BEITRÄGE
ZU DEN
WUCHSGESETZEN DES HOCHWALDES
UND ZUR
DURCHFORSTUNGSLEHRE

VON

DR. **EMIL SPEIDEL**
A.O. PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT TÜBINGEN. KGL. OBERFÖRSTER.

HEFT I.
DIE UNTERSUCHUNG DER WUCHSVERHÄLTNISSE VON FICHTEN-, TANNEN- UND BUCHENBESTÄNDEN NACH NEUEM VERFAHREN.

TÜBINGEN, 1893.
VERLAG DER H. LAUPP'SCHEN BUCHHANDLUNG.

DRUCK VON H. LAUPP JR. IN TÜBINGEN.

SEINEM TEUREN VATER

WILHELM SPEIDEL

LANDGERICHTSPRÄSIDENTEN IN HEILBRONN A. N.
PRÄSIDENTEN DES KGL. STAATSGERICHTSHOFS

IN LIEBE UND DANKBARKEIT

DER VERFASSER.

VORWORT.

In der nachfolgenden Schrift habe ich amtliches Material verwendet, das von der Königl. Württemb. Forstlichen Versuchsstation in einheimischen Versuchsflächen erhoben worden ist. Letztere sind seiner Zeit unter der Leitung der bisherigen Vorstände der Versuchsstation Professor Dr. v. Baur (München) und Prof. Dr. Lorey angelegt und von den jeweiligen Assistenten Dr. Bühler, Müller, Dr. Th. Nördlinger, dem Unterzeichneten und Dr. Heck aufgenommen worden. An der Behandlung der Mehrzahl der in die Untersuchung einbezogenen Versuchsbestände, zumal der für meine Zwecke wichtigsten, war ich beteiligt, während ich die Verhältnisse der übrigen Bestände sonst kenne. Der Forderung, dass derjenige, welcher Ertragsuntersuchungen anstellt, auch an Erhebung der Grundlagen derselben mitgewirkt und Ortskenntnis haben solle, dürfte somit entsprochen sein.

Für die gütige Ueberlassung der Akten der K. Forstlichen Versuchsstation spreche ich an dieser Stelle Herrn Professor Dr. Lorey meinen herzlichen Dank aus.

Tübingen, 15. Sept. 1893.

Dr. Emil Speidel.

INHALTS-ÜBERSICHT.

I. TEIL.

Die Wuchsgesetze des Hochwaldes.

1. Abschnitt.

Die Ermittlung des Wuchsgangs von Beständen und ihrer Stammklassen.

2. Abschnitt.

Der Wuchsgang von Beständen und ihrer Stammklassen bei Fichte, Tanne und Buche.

Seite

3. Abschnitt.

Der wahre Bestandsmittelstamm und seine Bedeutung.

EINLEITUNG.

»Der Mensch kann auf die Natur nicht einwirken, sich keine ihrer Kräfte aneignen, wenn er nicht die Naturgesetze nach Mass- und Zahlenverhältnissen kennt«
A. v Humboldt, Kosmos I.

Mit keinen besseren Worten als denjenigen Humboldt's kann ich eine Arbeit einleiten, die darauf hinausgeht, dem Durchforstungsbetrieb eine wissenschaftliche Grundlage zu geben, und denselben, darauf fussend, möglichst intensiv zu gestalten. Wir wollen ja bei jenem Betrieb nichts anderes, als uns die Kräfte der Natur, in dem Fall des Waldes, aneignen, um unsere Zwecke grösster Massen- und Wertsproduktion thunlichst zu erreichen. Jene Aneignung setzt aber voraus, dass wir die »Naturgesetze nach Mass- und Zahlenverhältnissen« kennen. Die Naturgesetze stellen sich im Wald als Wuchsgesetze dar. Letztere zu ergründen, muss unsere nächstliegende Aufgabe sein, wenn wir eine sachgemässe Einwirkung auf den Wuchsgang von Beständen anstreben.

Die Wuchsgesetze des Waldes sollten stets den Ausgangspunkt der Erörterungen über die viel umstrittene Durchforstungsfrage bilden. Ich halte für notwendig, dies zu betonen, weil geradezu erdrückend viel über die Frage gesprochen und geschrieben wird, ohne dass zahlenmässige Belege für die Behauptungen beigebracht werden, oder auch nur der Versuch gemacht wird, sich auf gesetzmässigen Grund und Boden zu stellen.

Von einem gewissen Vorwurf in dieser Richtung lassen sich

auch die Verhandlungen auf der XX. Versammlung deutscher Forstmänner zu Karlsruhe (1891) nicht freisprechen. Daselbst stand das Thema: »Der gegenwärtige Stand der Durchforstungsfrage« auf der Tagesordnung. Das Thema wurde einerseits mehr vom historischen Gesichtspunkt aus, andererseits mit Beziehung auf die Durchführung der derzeitigen Anschauungen in der Praxis behandelt. Darauf wurde jedoch kaum eingegangen, von welchen naturgesetzlichen Grundlagen aus wir die Frage untersuchen müssen, wie wird am besten durchforstet? Ich hielt es daher für angezeigt, die in gedachter Richtung früher begonnenen Studien, die sich nur auf eine Holzart, die Fichte, erstreckten [1]), weiter auszudehnen, auch Tanne und Buche einzubeziehen, welche mit erstgenannter Holzart die Hauptholzarten Württembergs darstellen. Es gelang mir, für derartige Untersuchungen ein neues, eigenartiges Verfahren der Massen- und Zuwachsermittelung in Versuchsbeständen auszubilden, das zu den hier in Betracht kommenden Wuchsgesetzen des Waldes mit einiger Sicherheit hinleitet, auch sonstige neue Aufschlüsse über die Wuchsverhältnisse im geschlossenen Hochwald lieferte.

Die vorläufigen Ergebnisse meiner Untersuchungen teilte ich auf der XII. Versammlung des Württemb. Forstvereins zu Heilbronn am 26. Juli 1892 mit [2]). Ich sprach hier »Zur wissenschaftlichen Begründung der Durchforstungslehre«, wobei ich mir vorbehielt, die Zahlenbelege für meine Behauptungen anderweitig zu veröffentlichen. Dies soll in vorliegender Schrift geschehen.

In meinem Vortrag ging ich von der grundlegenden Frage aus, wie dringen wir am ehesten in die Wuchsverhältnisse des Waldes und damit in dessen Wuchsgesetze ein?

---

1) E. Speidel, Waldbauliche Forschungen in württembergischen Fichtenbeständen etc. Tübingen, 1889.

2) Bericht über die XII. Versammlung des Württemb. Forstvereins in Heilbronn am 25. und 26. Juli 1892. Stuttgart, A. Müller. 1892. S. 38. — Vgl. auch meinen Bericht über die Versammlung in Allg. Forst- u. Jagdztg. 1893, S. 63.

Der Wuchsgang von Beständen überhaupt, d. h. die durchschnittliche Massenmehrung mit zunehmenden Alter auf verschiedenen Standortsklassen, sei für die Mehrzahl unserer Hauptholzarten nächstdem mit genügender Genauigkeit in den Ertragstafeln festgestellt. Meist finden wir hier auch Zwischennutzungserträge ausgeworfen, für deren Berechnung wohl Material aus verschiedenartig durchforsteten Beständen verwendet sei, welche aber sonst keine Anhaltspunkte für die Beurteilung unserer Frage geben. Um solche zu bekommen, müsse man Vergleichsbestände verschiedenen Durchforstungsgrades schaffen und ihren Wuchsgang durch eine Reihe von Jahren in bestimmten Richtungen verfolgen. Es genüge hiebei nicht, die Massenergebnisse der periodisch ausgeführten Durchforstungen zu erheben und auf den Flächen verschiedenen Grads zu vergleichen, sondern es müsse untersucht werden, welche Wirkung haben die Hiebe auf den verbleibenden Hauptbestand gehabt, ferner auf einzelne Teile des Bestandes, um nachher entscheiden zu können, auf welche Bestandsteile wir bei den Durchforstungen am zweckmässigsten einzuwirken haben.

Den Wuchsgang der Bestände, getrennt nach einzelnen Teilen, für die Holzarten: Fichte, Tanne, Buche auf verschiedenen Standorten zu untersuchen, bildet nun die Aufgabe des I. Teils dieser Schrift. Hiefür werden Versuchsbestände benützt, die bisher in gewöhnlicher Weise durch Beseitigung des unterdrückten Nebenbestandes durchforstet worden sind. Diese Bestände sollen uns für Feststellung der Gesetzmässigkeiten im Wuchsgang das Material abgeben, das aber noch keineswegs als genügend für endgiltige Gesetze erachtet wird.

Im II. Teil der Schrift wäre sodann der Wuchsgang von Vergleichsbeständen, die in verschiedenem Grad durchforstet worden sind, zu untersuchen und wären aus den Wuchsergebnissen die entsprechenden Folgerungen für die Durchforstungslehre zu ziehen.

Für beide Teile von gleicher Bedeutung ist die Untersuchungsmethode, die uns einen genauen Einblick in die Produktion der einzelnen Glieder von konkreten Beständen zu verschaffen geeignet

ist und welche ich an die Spitze des I. Teils stelle. Ohne Zweifel erweist sich das Verfahren auch den Fachgenossen, die sich mit einschlägigen Untersuchungen beschäftigen, als brauchbar. Ich glaube auch schon an dieser Stelle bemerken zu dürfen, dass mich die Anwendung der Untersuchungsmethode zu besonderen Anschauungen über die Massenermittlungsverfahren, den Charakter des Bestandsmittelstamms, die mittlere Bestandeshöhe und Bestandesformzahl u. a. geführt hat.

I. TEIL.

Die Wuchsgesetze des Hochwaldes.

1. Abschnitt.

Die Ermittlung des Wuchsgangs von Beständen und ihrer Stammklassen.

1. Kapitel.

Die Ermittlung der Masse von Beständen und Teilen solcher nach dem Massenkurvenverfahren.

Bei der Aufnahme von zahlreichen Versuchsbeständen konnte ich mich des Eindrucks nicht erwehren, dass die kostspieligen Massenerhebungen der Versuchsanstalten doch nicht genügenden Aufschluss über die Wuchsverhältnisse der Bestände liefern, mögen die Erhebungen nach dem Draudt-Urich'schen oder nach dem Klassenmodellstamm-Verfahren erfolgen. Jener Eindruck führte zu den Versuchen, die Bestandsmassen und deren Zuwachs nach einzelnen Teilen des Bestandes, nach den Stärkestufen der Kluppierung oder nach Stammzahlgruppen benachbarter Stärkestufen zu ermitteln.

Einen Weg hiefür habe ich seiner Zeit in dem Aufsatz: »Die Ermittlung der Zuwachsleistungen der einzelnen Stammklassen eines Bestandes«[1]) unter Anlehnung an das Draudt-Urich'sche Probestammverfahren vorgeschlagen und denselben dann in der schon erwähnten Schrift zur Untersuchung der Fichte benützt. Der Weg hat sich als gangbar erwiesen und zu Ergebnissen geführt, die durch die Untersuchungen des 2. Abschnitts nicht wesentlich modifiziert werden. Derselbe ist aber insofern etwas

1) Allg. Forst- u. Jagdztg. 1888, S. 233.

umständlich, als der Bedarf an Probestämmen gross ist, da solche bei jeder periodischen Aufnahme sowohl für den Gesamtbestand (Haupt- und auszuforstender Nebenbestand) als für den verbleibenden Hauptbestand abgesondert zu fällen sind, dabei für zwei aufeinander folgende Aufnahmen der gleichhohe Prozentsatz von Probestämmen beizubehalten ist. Die Probestammwahl wird bei diesem Verfahren von Aufnahme zu Aufnahme schwieriger.

Aber ganz abgesehen von dem Bedarf an Probestämmen begegnet die Untersuchungsmethode einem anderen Bedenken, das sie übrigens mit jedem Probestammverfahren teilt, nämlich dem, dass sie für Korrektur von Fehlern in der Auswahl der Probestämme kein genügendes Mittel an die Hand giebt. Diese Fehler, speziell solche in der Form- oder Walzenhöhe der Probestämme, wirken besonders bei den stärksten Stammklassen, die bei Auswahl der Stämme nach Draudt-Urich zudem durch wenige Stämme vertreten sind, wirken namentlich aber dann ungünstig, wenn die Masse von Teilen des Bestandes, zumal der stärksten Stammklassen erhoben werden will, was ja eine unserer Hauptaufgaben bildet.

Das Bestreben, die genannte Fehlerquelle zu beseitigen, veranlasste mich zur Ausbildung eines Massenermittlungsverfahrens, das auch Probestämme in den verschiedenen Stärkestufen auswählt, aber zugleich ein Korrektiv für Unregelmässigkeiten derselben schafft, das weiterhin die Masse der einzelnen Stärkestufen oder beliebiger Stammzahlgruppen derselben, in der Summe dieser Stufen- oder Gruppenmassen die Bestandesmasse liefert.

Ich teile nun dieses Verfahren unter der Bezeichnung des: »Massenkurvenverfahrens« mit.

1. Das Massenkurvenverfahren und seine Begründung.

Dasselbe ist ein Probestammverfahren, welches seine Stämme in beliebiger Anzahl, aber von geeigneter Stärkenabstufung auswählt und die am Liegenden ermittelten Massen derselben benützt,

um eine die Zunahme der Massen pro Stamm mit wachsender Brusthöhenstärke darstellende, ausgeglichene Kurve zu konstruieren. Die Kurve giebt den durchschnittlichen Massengehalt je eines Stammes der gebildeten Stärkestufen [1]) und damit, in Verbindung mit der Ermittlung der Stammzahlen dieser Stufen durch Kluppierung, die Grundlage für Berechnung der Massen der Stärkestufen, wie des Bestandes.

Der Verlauf dieser auf die Stärkestufen des Bestandes bezogenen Massenkurve wird überdies noch dadurch gesichert, dass ich sie anlehne an eine 2. Kurve, welche ich mit den Durchschnittswerten von Massentafeln für die im Bestand vorkommenden Höhen bezw. mit Hilfe der Höhenkurve des Betandes konstruiere.

Die Masse des Bestandes erhalten wir bei diesem Verfahren nach der Formel:

$$M = m_1 z_1 + m_2 z_2 + m_3 z_3 + \ldots m_n z_n,$$

wenn M die Bestandesmasse, m_1, m_2, m_3 ... die Masse pro Stamm der 1., 2., 3.... Stärkenstufe, z_1, z_2, z_3 .... die Stammzahlen der 1., 2., 3.... Stärkenstufe bezeichnen.

Es stimmt diese Formel mit derjenigen überein, welche dem gewöhnlichen Massentafelverfahren zu Grund liegt, nur besteht

---

1) Rein theoretisch betrachtet, wäre es vielleicht richtiger, die Massenkurve der Stärkestufen des Bestandes nicht auf die Durchmesserstufen der Kluppierung, sondern auf die Kreisflächen dieser Durchmesser zu beziehen. Es wird hiebei berücksichtigt, dass das Volumen eines Umdrehungskörpers keine Funktion des Durchmessers, sondern der Kreisfläche desselben ist.

Als Kreisflächenstufen wären die den Durchmesserstufen der Kluppierung entsprechenden zu wählen. Die Abstände der Stärkestufen werden bei graphischer Darstellung infolge dessen ungleich weit, nehmen an Entfernung mit wachsender Stärke zu, ferner verflacht sich, damit zusammenhängend, die Massenkurve etwas.

Wie ich durch Versuch wahrgenommen, ist der Unterschied beider Modifikationen der Konstruktion von Massenkurven gering, nur ist das Kreisflächenverfahren etwas umständlicher. Ich beabsichtige, vergleichende Untersuchungen in dieser Richtung noch zu machen und möchte auch andere, besonders solche, denen Hilfskräfte zur Verfügung stehen, darum ersuchen. — Wenn die Kreisflächenabstufung für die Massenkurve gewählt wird, so wären auch die Höhenkurve, ferner die später zu besprechenden Formhöhen- und Formzahlkurven auf dieselbe zu beziehen.

der Unterschied, dass beim Massenkurvenverfahren die Werte für m_1, m_2, m_3 u. s. w. an gefällten und in ihren Massen auf graphischem Weg berichtigten Probestämmen erhoben, beim Massentafelverfahren als Durchschnittswerte für die Durchschnittshöhen der Stärkestufen den Massentafeln entnommen werden. Beim Massenkurvenverfahren wirkt die konkrete, aber graphisch für die einzelnen Stärkestufen je für den Zeitpunkt der Aufnahme ausgeglichene Formzahl, beim Massentafelverfahren die Durchschnittsformzahl eines grösseren Wuchsgebiets.

Die Massentafelkurve hat uns die sichernde Richtung für den Verlauf der Stamm-Massengrössen mit wachsender Stärke, besonders für die stärksten Stufen des Bestandes, zu liefern. Ihr parallel ist die Probestamm-Massenkurve unter Berücksichtigung der Lagerung der Massenpunkte der gefällten Probestämme zu ziehen. Das Verfahren stellt so eigentlich eine Verbindung des Probestamm- und Massentafelverfahrens dar, wie ja auch die theoretische Grundlage der Massenberechnung dieselbe ist. Der Kürze halber kann aber wohl die Bezeichnung »Massenkurvenverfahren« gewählt werden.

Bei der praktischen Durchführung des Verfahrens lassen sich folgende Operationen unterscheiden:

a. Die Arbeiten im Walde,

welche bestehen aus

α) der Kluppierung des Bestandes. Dieselbe hätte in Stangenhölzern nach halben Centimetern, womöglich der eine Teil des Bestandes in einer Richtung, der andere Teil in rechtwinkliger Richtung darauf, zu erfolgen, in Baumhölzern nach ganzen Centimetern, verglichen.

β) der Auswahl von Probestämmen. Solche werden in beliebiger Zahl und Abstufung gewählt. Je nach Stärke und Qualität des Bestandes werde ich Stämme von 2 zu 2 oder 3 zu 3 cm, auch von noch weiterer Abstufung der Brusthöhenstärke nehmen, hiebei besonders auch die stärkeren Stammklassen berücksichtigen. Um ein Mass für die Gesamtzahl der Probestämme zu haben, können wir

in Stangenhölzern 3 % der Gesamtzahl, in Baumhölzern 5 % nehmen, in Althölzern noch höher greifen, je eine Grösse der Versuchsbestände von durchschnittlich ¼ ha vorausgesetzt. Die so gefundene Zahl verteilen wir auf die Stärkestufen, ohne an die obige Abstufung irgendwie gebunden zu sein. Es besteht also ziemliche Freiheit in der Wahl der Stämme. Die letzteren wären der Brusthöhenstärke nach in mm zu messen, zu fällen und sektionsweise in üblicher Weise zu vermessen. Für vergleichende Untersuchungen, besonders in Nadelhölzern, ist in erster Linie die Schaftmasse [1]) festzustellen, die ich stammweise in ein Aufnahmeheft eintrage. Formular hiefür vgl. S. 20.

b. Die Arbeiten im Zimmer,

für die sich nachstehende Reihenfolge empfiehlt:

α) Berechnung der Stammzahlen der Stärkestufen im Kluppheft;

β) Berechnung der Massen der Probestämme und Eintrag ins Probestammregister. Formular für dieses vgl. S. 20.

γ) Konstruktion der Höhenkurve des Bestandes aus den Höhen der Probestämme und weiterer, im Stehenden gemessenen, Stämme, (die Stärkenstufen des Bestandes auf einer Abscissenachse, die Höhenbeträge auf der Ordinatenachse; gutächtliche Verlängerung der Höhenkurve nach oben und unten zulässig).

δ) Konstruktion der Massentafelkurve des Bestandes mit Beziehung auf die Stärkestufen desselben.

---

1) Wie ich in meinen »Waldbaul. Forschungen etc.« schon ausgeführt (S. 44), lege ich vergleichenden Untersuchungen die Schaftmasse zu Grund. Sie ist, zumal in Stangenhölzern, die vergleichbarste Grösse: ein stereometrisch mehr oder weniger regelmässiger Körper, während das Derbholz oder die Gesamtmasse solchen nicht darstellt. Das Derbholz eignet sich auch nicht, weil bei Stangen der Gehalt an solchen im Verhältnis zur Masse des Stammreisigs zu klein ist, auch für die Wertschätzung von Nadelhölzern nur der ganze Schaft in Betracht kommt. Bei der Gesamtmasse stellt die einbegriffene Reisigmenge einen in zwei Richtungen problematischen Faktor dar: einmal ist dieselbe nur unsicher zu bestimmen, der Schluss vom Astreisig der Probestämme auf dasjenige des Bestandes ist bei der wechselnden Beastung der Stämme nicht immer zulässig; sodann halte ich die Reduktion von Zweig- und Blätter-, bezw. Nadelmasse auf den Festgehalt an sich für bedenklich. Nadeln sind kein Holz.

Zu dem Zweck wird auf quadriertem Papier (Millimeterpapier oder Papier mit 5 mm Seitenlänge der Quadrätchen, welch letzteres für gewöhnliche Zwecke genügt und die Augen nicht angreift) ein Achsensystem entworfen; auf der Abscissenachse werden die Stärkestufen der Kluppierung, auf einer Ordinatenachse die Massengrössen der Probestämme in Abstufungen von 0,02 oder von 0.04 fm pro Stamm, je nach Stärke des Bestandes, vorgetragen. In dem Koordinatennetz markiere ich nun die den einzelnen Stärkestufen pro Stamm zukommenden Massen, welche ich unter Ablesung der Höhen aus der Höhenkurve den Massentafeln für die betreffende Holzart und Altersstufe entnehme, durch Punkte. Die benachbarten Massenpunkte werden je durch Gerade verbunden. Der Zug dieser Geraden stellt in der Regel eine gesetzmässig ansteigende Linie dar, die Massentafelkurve, die weiterhin gleichsam als Direktrix für Ziehung der konkreten Massenkurve des Bestandes benützt wird. (Vgl. graph. Darstellung S. 21).

ε) Konstruktion der Massenkurve aus den Probestämmen in dem Quadratnetz der Massentafelkurve. Die Schaftmassen der Probestämme werden daselbst der Brusthöhenstärke dieser entsprechend als Ordinatenpunkte markiert, die Massenpunkte durch Gerade verbunden. Es entsteht so ein zwar vielfach gebrochener, aber mit zunehmender Stärke ansteigender Linienzug, der graphisch zu einer regelmässigen Kurve ausgeglichen wird. Die Ziehung dieser Kurve erfolgt thunlich parallel der Massentafelkurve bezw. ergiebt die Ausgleichung der da und dort gebrochenen Massenlinie der Probestämme zu einer stetig verlaufenden Linie vielfach schon einen zu der Tafellinie parallelen Zug. Die so konstruierte ausgeglichene Massenkurve der Probestämme setzt uns nun in den Stand, die Durchschnittsmassen pro Stamm jeder Stärkenstufe des zu untersuchenden Bestandes abzulesen.

ζ) Berechnung der Masse der Stärkestufen als Produkt aus Masse des Stammes und Stammzahl der Stufe. Die Summe der Stufenmassen giebt die Bestandesmasse.

Die Durchführung des geschilderten Verfahrens erhellt noch

deutlicher an dem im Anhang zu diesem Kapitel gegebenen Beispiel (vgl. S. 19—21).

2. Die weitergehende Bedeutung der Massenkurve.

Der nächstliegende Zweck der Massenkurve eines Bestandes ist, die durchschnittliche Masse eines Stammes jeder der gebildeten Stärkestufen, damit die Elemente der Massenberechnung der Stärkestufen und des Bestandes, weiterhin aber auch von beliebigen Stammzahlgruppen. die für Zuwachsuntersuchung gebildet werden (vgl. Kap. 2), zu liefern.

Die Bedeutung der Massenkurve wächst aber, wenn ich erkannt habe, dass dieselbe nur für den Zeitpunkt der Aufnahme des Bestandes giltig ist und zwar für die Stämme des jeweiligen Hauptbestandes nach Beseitigung des unterdrückten Nebenbestandes.

Diese Thatsache liess sich vor allem an den wiederholt aufgenommenen Fichten- und Tannenbeständen, aber auch an Buchenbeständen, allerdings in geringerem Mass, feststellen. Im Stangenholzalter hebt sich mit fortschreitendem Alter und Lichtungsgrad die auf die Stärkenstufen bezogene Massenkurve, verläuft in ziemlich gleichmässigem Abstand von der Kurve des jüngeren Alters. Stämme gleicher Stärke haben hienach im Alter 30, 37, 44 etc. zu Zeitpunkten, die je um eine Durchforstungsperiode abstehen, verschiedene Massen und zwar betragen die Unterschiede zwischen zwei Aufnahmen 0,02—0,04 fm, je nach Holzart und Standortsgüte. Im Verlauf der Kurven zeigt sich Gesetzmässigkeit darin, dass, wie schon erwähnt, dieselben im Stangenholzalter stets über der Kurve des jüngeren Alters verlaufen, im Baumholzalter wird der Abstand der benachbarten Kurven kleiner, verschwindet, ja es findet in höherem Alter sogar Sinken der Kurve statt.

Ziehe ich ferner zwischen zwei benachbarten Massenkurven, z. B. der derzeitigen und der für den Zeitpunkt von vor 12 Jahren konstruierten eine Zwischenkurve, die in die ungefähre Mitte zu

liegen kommt, so kann ich dieselbe als Massenkurve des Durchforstungsholzes ansehen, nach ihren Angaben die Masse des Nebenbestandes oder der ausgehauenen Stämme berechnen. Hiebei wird unterstellt, dass das jetzt gehauene Holz bis zur Mitte der Periode zwischen 2 Aufnahmen noch an der Zunahme der Massen pro Stamm, speziell der Formhöhen teilgenommen hat, dann stehen geblieben, unterdrückt worden ist. Mit dieser Berechnungsweise der Durchforstungsmassen habe ich im Vergleich zu genauer Vermessung der letzteren gute Ergebnisse erhalten. Es ist dies für Zuwachsberechnungen, bei welchen das nicht immer genau vermessene Durchforstungsholz einbezogen werden muss, von Bedeutung.

Liegen für mehrere Aufnahmen eines Bestandes Massenkurven vor, so haben wir in der Verschiedenartigkeit ihres Verlaufes ein Hilfsmittel zur Vergleichung des Wuchsgangs der einzelnen Stärkestufen, können insbesondere auch den Einfluss von Hieben auf den Wuchsgang einzelner Bestandesglieder studieren. Letzterer Punkt kommt hauptsächlich zur Geltung, wenn im selben Bestand Vergleichsflächen angelegt sind, die in verschieden starkem Grad durchhauen worden sind. Aber auch die Vergleichung verschiedener Bestände gleichen Alters z. B. von abweichender Standortsgüte kann von Interesse sein.

Die Erscheinung nun, dass im selben Bestand Stämme gleicher Stärke aber verschiedenen Alters verschiedene Massen haben, m. a. W., dass jeder Altersstufe ihre besondere Massenkurve zukommt, hängt mit der Veränderung der Walzen- oder Formhöhe, d. h. des Produkts Höhe mal Formzahl[1]) mit zunehmendem Alter und Lichtungsgrad, bezw. mit der Abhängigkeit der-

1) In der nachfolgenden Darstellung gebrauche ich für das Produkt hf der Stämme stets die Bezeichnung »Formhöhe«. Ich ziehe diesen Ausdruck den sonst gebrauchten Bezeichnungen: »Walzenhöhe« und »Richthöhe« vor. Formhöhe weist auf die Berechnung derselben aus Formzahl und Höhe hin, während dies bei Walzenhöhe nicht der Fall ist. Der Ausdruck Richthöhe ist schon vergeben an das Pressler'sche Kubierungsverfahren nach Grundstärke und Richthöhe, führt somit zu Verwechslungen und sollte vermieden werden.

selben von diesen Faktoren zusammen. Es ist daher von besonderer Wichtigkeit, die Veränderungen der Formhöhe bei den einzelnen Holzarten zu untersuchen, was im 2. Abschnitt geschehen wird, hiefür ist aber notwendig, dass wir im Stand sind, die Formhöhen für die Stärkenstufen zu isolieren. Hiezu bietet uns wiederum die Massenkurve die Handhabe. Da sie uns die Massen pro Stamm jeder Stärkenstufe giebt, wir die Kreisflächen der Letzteren den Kreisflächentafeln entnehmen können, so erhalten wir im Quotienten $\frac{m}{k}$ das jeder Stärkenstufe zukommende hf. Wenn wir weiterhin diese Formhöhe hf dividieren durch h, das wir aus der Höhenkurve des Bestandes für die einzelnen Stärkenstufen ablesen, so bekommen wir auch die Formzahlen dieser Stufen. In beiden Fällen erhalten wir die Grössen schon ausgeglichen auf die Mittelwerte der Stufen.

Haben wir diese Mittelwerte für Formhöhe und Formzahl aus den Quotienten: $\frac{m}{k}$ und $\frac{hf}{h}$ berechnet für jede Stärkenstufe, so können wir uns den besten Einblick in den Gang dieser Grössen mit zunehmender Stärke und zu verschiedenen Altersstufen wiederum durch graphische Darstellung verschaffen. Wie im einzelnen die Berechnungen und Darstellungen zu erfolgen haben, will ich im Kapitel 2 behandeln; daselbst werde ich auch noch die Bedeutung der konstruierten Formhöhen- und Formzahlkurven hervorzuheben haben.

Aus dem Gesagten geht die vielseitige Bedeutung der Massenkurven hervor: wir erhalten mit ihrer Hilfe nicht nur die Massen des Hauptbestandes und beliebiger Teile desselben, auch diejenigen des Nebenbestandes oder Durchforstungsholzes, sondern mit Benützung der Höhen der Stärkestufen auch die Formhöhen dieser und ihren Verlauf im Bestand, weiterhin die Formzahlen und deren Verlauf — Massen- und Höhenkurve zusammen ermöglichen so eine vollständige Auflösung des Bestandes in seine Massekomponenten, bezogen auf die Stärkestufen

der Kluppierung. Diese Auflösung stellt eine Bestandsanalyse[1]) im eigentlichsten Sinne des Wortes dar: alle einzelnen Faktoren lassen sich für die vorhandenen Stärkestufen isolieren (m, h, hf, f), in Kurven darstellen, welche den besten Vergleichsmassstab liefern für die Wuchsverhältnisse eines und desselben Bestandes zu verschiedenen Zeiten, wie verschiedener Bestände gleichen Alters, aber abweichender Standortsgüte oder Behandlungsweise.

Das Wort »Bestandsanalyse« wird allerdings schon in anderem Sinn gebraucht, nämlich dann, wenn durch Stammanalyse von bestimmt gewählten Vertretern des Bestandes Durchschnittswerte für die zeitliche Entwicklung der Stärke, Höhe und Masse der Stämme festgestellt und diese Werte auf den Bestand übertragen werden. Ich halte aber die derartige Verwendung des Begriffs »Analyse« nicht für richtig, wie überhaupt der Begriff der Stammanalyse in seiner derzeitigen Verwendung an sich schon anfechtbar ist[1]).

1) Die derzeitige Stammanalyse sucht die Entwicklung eines Stammes nach Masse, Höhe und Stärke mit fortschreitendem Alter dadurch festzustellen, dass sie den Stamm in Sektionen zerlegt und einerseits erhebt, wie viel Jahre der Stamm zur Erreichung der Höhe des Sektionsquerschnitts gebraucht, andererseits welche Stärken (Durchmesser) der Querschnitt zu verschiedenen Altersstufen gehabt hat. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden dann in Form von Entwicklungskurven, die auf das Alter bezogen werden, für die Masse, Höhe und Stärke (in gewisser Höhe) dargestellt. Das Zerlegen des Stammes hat nun offenbar die Bezeichnung »Stammanalyse« veranlasst, während es doch rein Mittel zum Zweck ist, um das »Werdende« darzustellen. Sobald der Zweck unserer Thätigkeit ist, die zeitliche Entwicklung zu ermitteln, handelt es sich um synthetische Methode, können wir auch nur von Stammsynthese sprechen. Die Analyse in naturwissenschaftlichem Sinn beschäftigt sich mit dem »Seienden«, zergliedert dieses in seine Teile, im vorliegenden Fall den Bestand. Dieser stellt eine Vielheit von Stämmen dar, die durch Kluppierung und auf die Massenkurve sich stützende Analyse in die Einheiten (die Einzelstämme) und deren Massekomponenten zerlegt wird. Der Stamm, die forstlich-stereometrische Einheit des Bestandes, kann nur in dem Sinn noch analysiert werden, dass seine einzelnen Massenkomponenten k, h, f gemessen und berechnet werden. — Ich möchte nun nicht den Ausdruck Stammsynthese an Stelle von Stammanalyse setzen, sondern halte es für passender, von Höhenwuchsuntersuchung, Stärkenwuchsuntersuchung zu sprechen, die durch »Stammzerlegung« erfolgen. Zu welchem Zweck denn einer an sich einfachen Sache ein fremdwortliches Mäntelchen umhängen?

3. Das Massenkurvenverfahren im Vergleich mit anderen Verfahren der Massenermittlung.

Zunächst ist zu bemerken, dass vor 2 Jahren Kopezky ein Massenkurvenverfahren mitgeteilt hat [1]), das auf den ersten Blick als dem meinigen gleichlaufend betrachtet werden kann. Das Grundprinzip ist allerdings dasselbe, aus Probestämmen beliebiger Wahl eine auf die gebildeten Stärkestufen des Bestandes bezogene Massenkurve zu konstruieren, allein der Genannte glaubt, eine bei I. Aufnahme von Versuchsbeständen gefertigte Massenkurve auch für Massenberechnung bei späteren Aufnahmen verwenden zu können. Er sagt, bei späteren Bestandsaufnahmen stütze sich die Massenermittlung auf die I. Massenkurve in so lang, als eine Verrückung der letzteren bei den Vergleichsflächen nicht wahrscheinlich sei. Sodann benützt Kopezky zufällige Holzanfälle und Durchforstungsstämme zur Feststellung der Massenkurve.

Hat der Genannte somit noch nicht die Erkenntnis, dass die Massenkurve nur für den Zeitpunkt der Aufnahme und nur für den Hauptbestand gilt, so fehlt ihm auch die Sicherung des Verlaufs der Kurve nach demjenigen der Massentafelkurve, eine Sicherung, die besonders in den stärkeren Stufen von Wert ist. Die weitergehende Nutzbarmachung der Massenkurven, wie ich sie unter Ziffer 2 ausgeführt habe und wie sie noch weiter aus Ziff. 4 hervorgehen wird, war bisher gleichfalls nicht bekannt.

Was nun die Vergleichung mit anderen Verfahren der Massenermittlung betrifft, so kann ich eine solche mit dem Draudt-Urich'schen anstellen, mit dessen Hilfe die Massen der in dieser Schrift verwendeten Versuchsbestände ursprünglich ermittelt worden sind.

Ich habe die Berechnung für 25 Massenermittlungen in 7 Fichtenbeständen (mit zusammen 13 Versuchsflächen), ferner für 14 Massenermittlungen in 7 Tannenbeständen durchgeführt, wobei

---

1) Zeitschr. für d. ges. Forstwesen, 1891, S. 303.

ich die Bestände nach den 2 Altersklassen von 31—60 Jahren und von 61—90 Jahren und darüber getrennt habe. Der ersteren Altersklasse gehören von Fichte ³/₄ der Aufnahmen zu, von Tanne rund ¹/₂ derselben. Setzen wir die nach meinem Verfahren ermittelten Massen = 100, so zeigen sich folgende Mehr- oder Minderbeträge der Draudt-Urich'schen Massen:

Holzart	Altersklasse von Jahren	Zahl der Fälle mit positiven oder negativen Abweichungen von: unter 1 %	von 1,1—2,0 %	von 2,1—4,0 %	über 4,0 %
Fichte	31/60	9	4	3	4
	61/90	3	1	1	—
	zusammen:	12	5	4	4
		25 Fälle			
Tanne	31/60	2	1	4	1
	61/90 u. mehr	4	2	—	—
	zusammen:	6	3	4	1
		14 Fälle			
		18	8	8	5
		39 Fälle.			

Die Tabelle ergiebt, dass sowohl bei Fichte als bei Tanne in nahezu der Hälfte der Fälle sich Abweichungen von unter 1,0 % der als richtig angenommenen Massenkurven-Masse finden, dagegen wird auf der andern Seite bei Fichte und zwar bei den Stangenhölzern von 31—60 Jahren der Prozentsatz 4,0 in ¹/₆ der Fälle überstiegen; bei Tannen geschieht dies nur in 1 Fall, auch in jüngerem Bestand. Das Maximum von Abweichung treffen wir, abgesehen von einem abnormen Fall, in 43-jährigem Fichtenbestand mit 9,1 %.

Wenn nun auch in der Mehrzahl der Fälle die Abweichungen gering sind, so sind wir doch vor grösseren Fehlern bei Anwendung des Draudt-Urich'schen Verfahrens auf Versuchsbestände, besonders in den für Ermittlung des Wuchsgangs so wichtigen Stangenhölzern nicht geschützt. Diese Fehler wirken um so stärker, wenn ich die Masse von Teilen des Bestandes erheben will.

Dem kann entgegnet werden, dass bei Vergleichung von Massenermittlungsverfahren eigentlich nur der Kahlhieb, bezw. dessen Ergebnisse entscheidend sein können, ich nicht ohne wei-

teres die Massen des Massenkurvenverfahrens als richtig annehmen und der Vergleichung zu Grund legen dürfe. Hiezu fühle ich mich aber schon deshalb berechtigt, weil die mit grosser Sorgfalt konstruierte Massenkurve gegen die Unregelmässigkeiten der gewählten Probestämme, die das Draudt-Urich'sche Verfahren mit seiner geringen Ausstattung der stärksten Stammklassen mit Probestämmen ungünstig beeinflussen, schützt. Das ist ein bedeutender Vorzug des Massenkurvenverfahrens, ganz abgesehen von der Einfachheit und Schnelligkeit der Probestammwahl, von der vielseitigen Verwendbarkeit der Massenkurve.

Ausser dem Draudt-Urich'schen oder rein Urich'schen Verfahren[1]) wird beim Versuchswesen auch das Klassenmodellstammverfahren (5 Klassen gleicher Stammzahlen mit je mehreren Probestämmen) angewendet. Dasselbe dürfte aber summarischer arbeiten als das Urich'sche Verfahren, was vorliegende Untersuchungen[2]) bestätigen.

Es soll mir willkommen sein, wenn weitere Erhebungen über die Brauchbarkeit des Massenkurvenverfahrens gemacht, wenn insbesondere kahl zu hauende Baumhölzer zuvor nach diesem

---

1) Das Urich'sche Verfahren ist bei Versuchsbeständen von 1/4—1/2 ha Grösse mit den geringen Stammzahlen in den schwächsten und stärksten Stärkestufen richtiger als das Draudt'sche, bei dessen Anwendung doch mehrere Stufen zusammengezogen werden müssen. Sobald Zusammenziehung stattfindet, kann nicht mehr vom eigentlichen Dr. Verfahren gesprochen werden, das in jeder Stärkenstufe denselben Prozentsatz Probestämme wählt. Das Urich'sche Verfahren wird zweckmässig in der Art gehandhabt, dass ich die Zahl der in einem Versuchsbestand zu fällenden Stämme im voraus bestimme, wobei ich einen gewissen Prozentsatz der Gesamtstammzahl nehme, mit der Zahl der Probestämme in die Bestandsstammzahl dividiere, dadurch die Anzahl der Stämme erhalte, auf welche 1 Probestamm entfällt. Diese Stammzahlgruppen bilde ich sodann durch Abzählung, vom stärksten oder schwächsten Stamm ausgehend, und lege den Probestamm in die ungefähre Mitte der Gruppe. Für die Gruppe der stärksten Stämme kann ich seine Stärke auch durch Berechnung der arithmetisch mittleren Kreisfläche bestimmen.

2) Für Kiefer: vgl. Weise, Untersuchungen auf Kiefernkahlschlägen. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1885, S. 272; Grünewald, Vergleichung der Ergebnisse verschiedener Holzmassen-Anfnahmeverfahren. Allg. Forst- u. Jgdztg. 1887, S. 65. Für Buche: Guttenberg, in Lorey's Handbuch II, S. 172.

Verfahren behandelt, nachher liegend aufgenommen werden. Ich bin überzeugt, dass die Ergebnisse günstige sein werden, möchte aber auch jetzt schon die Anwendung des Verfahrens im Versuchswesen empfehlen, weil es eine vollkommenere Ausnützung des Aufnahmematerials sichert. Es geht ja allerdings auch an, nach dem Urich'schen Verfahren die Massen zu ermitteln und nachher die dabei gefällten Probestämme zur Konstruktion der Massenkurve zu benützen, wie ich es gethan habe, aber es ist dies doch der indirekte Weg, zudem können wir beim Massenkurvenverfahren die Probestämme passender und rascher auswählen, und dann habe ich ja für das Verfahren grössere Richtigkeit des Endergebnisses gegenüber dem Urich'schen Verfahren in Anspruch genommen.

Schliesslich noch ein Wort über den Zeitaufwand für das Massenkurvenverfahren! Die Arbeiten im Wald gehen so rasch oder noch rascher vor sich, wie bei jedem anderen Probestammverfahren, da die Probestämme in nicht zum Voraus bestimmter Stärke zu wählen sind, ich mehr Spielraum bei der Auswahl habe. Bei den Zimmerarbeiten bringt nur die Konstruktion der Massen-Höhen- und Massentafel-Kurven ein Mehr an Arbeit, das sich übrigens in 2—3 Stunden bequem bewältigen lässt. Diese Mehrarbeit kann aber angesichts des vielseitigen und dauernden Wertes der Kurven nicht ins Gewicht fallen.

Anhang zu Kapitel 1:

Die Formularien des Massenkurven-Verfahrens mit Rechnungsbeispiel und Kurventafel.

1) Klupp- und Massenberechnungs-Register.

Revier Heiligkreuzthal, Abt. Kiesbuckel. 39jähriger Fichtenbestand.

Grösse der Versuchsfläche 0,25 ha,

Aufnahme von 1881 (X).

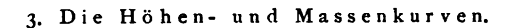
Durchmesser-Stufe cm	Raum für Buchung	Stammzahl der Stufe	Masse pro Stamm in Fm[1]) Derbholz	Masse pro Stamm in Fm[1]) Schaftholz	Masse pro Stärkenstufe in Fm Derbholz	Masse pro Stärkenstufe in Fm Schaftholz	Bemerkungen
5		2		0,012		0,024	Event. Raum für Ausscheidung von Massen gleicher Stammzahlgruppen nach S. 31.
6		12		0,016		0,192	
7		47		0,021		0,987	
8		78		0,027		2,106	
9		87		0,034		2,958	
10		108		0,044		4,752	
11		124		0,058		7,192	
12		95		0,075		7,125	
13		93		0,093		8,649	
14		80		0,111		8,880	
15		59		0,132		7,788	
16		58		0,153		8,874	
17		30		0,177		5,310	
18		17		0,204		3,468	
19		12		0,230		2,760	
20		9		0,258		2,322	
21		5		0,287		1,435	
22		2		0,317		0,632	Nach Draudt'-Urich'schem Verfahren wurde erhalten: 75,2 Fm
23		1		0,346		0,346	
		919				75,800	

1) Die Werte für die einzelnen Stärkenstufen abgelesen aus der Massenkurve S. 21.

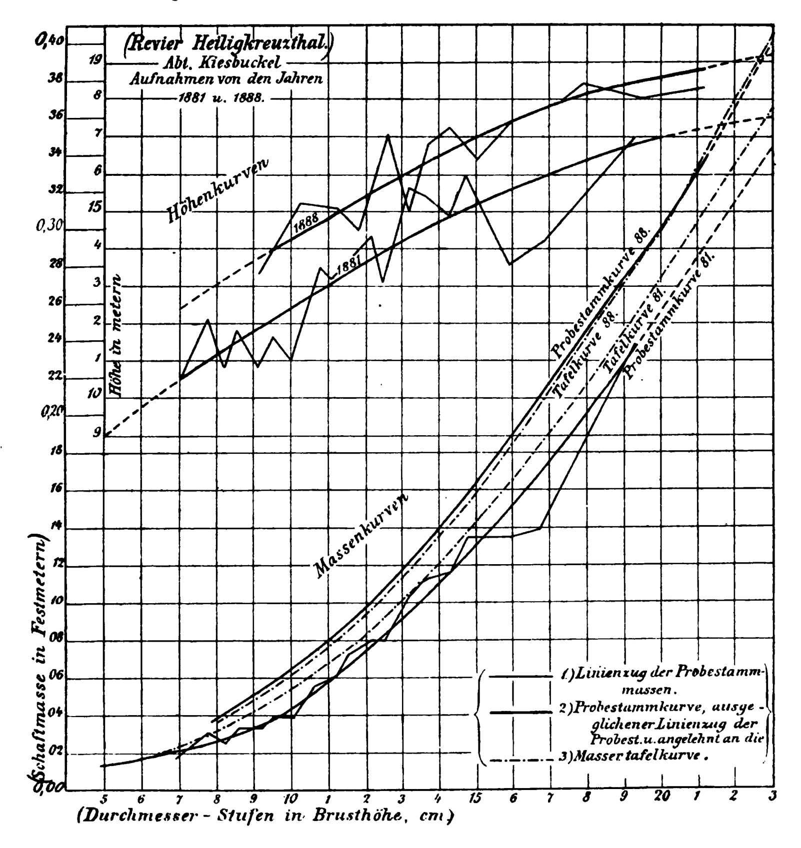
2. Pobestammregister.

No. des Stammes	Durchmesser in Brusthöhe mm	Mittl Durchmesser der Sektionen, übers Kreuz gemessen, mm — Derbholz des Schaftes — Sektionen von 2 m Länge	v. 1 m	Schaftreis Länge m	Schaftreis Dm. cm	Scheitel-Höhe m	Probestamm-Masse in Fm Derbholz	Probestamm-Masse in Fm Schaftholz	Bemerkungen
							0, ...	0, ...	
1	69	—	72	9,4	45	10,4	41	191	event. Gewicht des Reisigs.
2	82	80,	72	7,7	45	10,7	141	264	
3	78	80, 75,	—	8,1	44	12,1	188	312	
4	85	84, 74,	—	7,9	45	11,9	196	321	
5	91	88, 78,	71	5,9	38	10,9	258	325	
6	100	92, 85, 72,	—	5,0	30	11,0	328	363	
7	95	94, 82,	74	6,7	45	11,7	287	394	
8	107	102, 91, 82,	73	6,5	44	13,5	442	540	
9	111	110, 98, 88,	77	6,2	41	13,2	509	591	
10	115	115, 102, 95, 89,	—	5,6	44	13,6	638	723	
11	121	109, 108, 103, 92,	89	5,4	40	14,4	730	798	
12	124	127, 114, 105, 87,	—	5,1	34	13,1	750	796	
13	131	130, 124, 111, 100, 83,	—	5,6	37	15,6	968	1028	
14	134	138, 125, 117, 100, 83,	—	5,5	39	15,5	1028	1094	
15	137	135, 124, 117, 102, 90,	—	5,4	45	15,4	1036	1122	
16	143	150, 131, 111, 106, 83,	—	4,9	39	14,9	1102	1161	
17	147	147, 136, 125, 115, 98,	82	5,0	41	16,0	1287	1353	
18	159	155, 141, 128, 116, 94,	—	3,5	42	13,5	1298	1347	
19	168	167, 147, 131, 105, 87,	—	4,1	41	14,1	1340	1394	
20	193	194, 179, 168, 152, 122, 102,	73	4,0	33	17,0	2348	2382	

Bemerkung: Für stärkere Stämme wäre der Abstand der Horizontallinien weiter zu wählen.



3. Die Höhen- und Massenkurven.



2. Kapitel.

Die Ermittlung der Massekomponenten Formhöhe und Formzahl für die Stärkestufen des Bestandes.

Im vorigen Kapitel unter Ziffer 2 wurde hervorgehoben, dass s von Wert sei, die Veränderungen der Formhöhe bei den einelnen Holzarten zu untersuchen, ebenso diejenigen der Formzahl nd dass uns als Hilfsmittel für Feststellung dieser Massenkomonenten in den einzelnen Beständen und für deren Aufnahme zu erschiedenen Altersstufen die Massenkurven zu Gebot stehen. Vie diese zu benützen sind, um die Veränderung der genannten assenkomponenten mit wachsender Stärke je für einzelne Auf-

nahmen von Versuchsbeständen festzustellen, wie weiterhin die graphische Darstellung der erhaltenen Zahlen erfolgt, um einen Ueberblick über den Gang der Grössen zu erhalten, wäre hier zu erörtern.

1. Die mittlere Formhöhe der Stärkestufen.

Die mittlere Formhöhe (hf) der Stärkestufen bezw. von Einzelstämmen dieser resultiert aus der Gleichung:

$$hf = \frac{m}{k},$$

in welcher m die mittlere Masse eines Stammes bedeutet und der Massenkurve entnommen wird, k die Kreisfläche des Stammes in Brusthöhe bezeichnet.

Die Berechnungen für die Stärkestufen der verschiedenen Aufnahmen eines Versuchsbestandes führe ich nach nachstehendem Formular aus, in welchem die betreffenden Grössen der Abt. Kiesbuckel des Reviers Heiligkreuzthal für 2 Bestandsaufnahmen vorgetragen sind.

Ich verfahre hiebei zweckmässiger Weise so, dass ich zunächst die Stärkestufen und ihre Kreisflächen pro Stamm in den zwei ersten Spalten vortrage, das Formular sodann neben das Klupp- und Massenberechnungsregister (S. 19), speziell neben die Spalte »Masse pro Stamm« so lege, dass die gleichen Durchmesserbeträge der beiden Formularien, für welche gleiche Linienweite (karriertes Papier mit 5 mm Seitenlänge) vorausgesetzt wird, in eine Linie zu liegen kommen. Für jede Stärkenstufe wird sodann die Division k in m mit Hilfe der Crelle'schen Rechentafeln ausgeführt.

Die erhaltenen Formhöhen werden auf demselben karrierten Papier zur graphischen Darstellung und Ausgleichung gebracht.

In Absicht hierauf trage ich auf einer Abscissenachse die Stärkenstufen auf, auf einer Ordinatenachse die Formhöhenstufen. Auf den Ordinaten der Stärkenstufen markiere ich die zugehörigen Formhöhenwerte und verbinde die benachbarten Marken gera

Revier Heiligkreuzthal, Abt. Kiesbuckel.

Stärkestufen		Formhöhen im Jahr	
Durchmesser cm	Kreisfläche qm	1881	1888
	0,....	m	m
5	0020	6,00	—
6	0028	5,71	—
7	0038	5,53	7,37
8	0050	5,40	7,60
9	0064	5,31	7,97
10	0079	4,57	8,36
11	0095	6,11	8,53
12	0113	6,64	8,76
13	0133	6,99	8,80
14	0154	7,21	9,03
15	0177	7,46	9,32
16	0201	7,61	9,55
17	0227	7,80	9,65
18	0254	8,03	9,76
19	0284	8,10	9,72
20	0314	8,22	9,65
21	0346	8,30	9,60
22	0380	8,32	9,68
23	0415	8,34	9,71
24	0452	—	9,69
25	0491	—	9,74
26	0531	—	9,79

linig, wodurch ein Linienzug entsteht, der mit meist ganz unbedeutender Interpolierung zur gesetzmässig verlaufenden Kurve ausgezogen werden kann. Den einzelnen Kurven desselben Bestandes für verschiedene Altersstufen füge ich die Jahreszahl der Aufnahme bezw. das Bestandesalter bei. Beispiel vgl. S. 26.

Diese Formhöhenkurven liefern mir nun in Verbindung mit den Höhenkurven die Werte für Berechnung der Brusthöhen-Formzahlen der Stärkestufen.

2. Die mittlere Brusthöhen-Formzahl der Stärkestufen.

Die mittlere Formzahl der Stärkestufen erhalten wir aus der Gleichung:

$$F = \frac{hf}{h} \Big\} = \frac{m}{kh}, \text{ weil } hf = \frac{m}{k} \Big\}.$$

Das hf der Gleichung wird der Formhöhenkurve, das h der Höhenkurve der betreffenden Aufnahme des Bestandes entnommen.

Für die Berechnungen empfiehlt sich nachstehendes Schema, in welchem ich die entsprechenden Daten der 2 Aufnahmen von der Abteilung Kiesbuckel vorgetragen habe. Zur Division von h in hf wurden wiederum die Crelle'schen Rechentafeln benützt.

Revier Heiligkreuzthal, Abt. Kiesbuckel.

Stärke-Stufen cm	Berechnung der Formzahlen fürs Jahr					
	1881			1888		
	h	hf	f	h	hf	f
	m	m	o, . . .	m	m	o, . . .
5	9,3	6,0	645	—	—	—
6	9,9	5,7	576	—	—	—
7	10,5	5,5	524	12,4	7,20	581
8	11,1	5,4	486	13,0	7,57	582
9	11,7	5,3	453	13,7	7,95	581
10	12,4	5,6	452	14,3	8,30	580
11	13,0	6,1	469	14,9	8,54	573
12	13,6	6,5	478	15,4	8,75	568
13	14,2	6,9	489	15,9	8,95	563
14	14,8	7,3	491	16,5	9,15	554
15	15,2	7,5	493	17,0	9,30	547
16	15,6	7,7	494	17,5	9,45	540
17	16,0	7,8	491	17,9	9,60	536
18	16,4	8,0	488	18,2	9,63	529
19	16,7	8,1	485	18,4	9,65	524
20	17,0	8,2	482	18,6	9,65	519
21	17,2	8,3	483	18,8	9,65	513
22	17,4	8,3	478	19,0	9,66	508
23	17,5	8,4	477	19,2	9,67	504
24	—	—	—	19,4	9,70	500
25	—	—	—	19,5	9,70	497
26	—	—	—	19,7	9,75	495

Die Formzahlwerte der Tabelle habe ich graphisch aufgetragen (Stärkestufen auf der Abscissenachse, Formzahlstufen auf der Ordinatenachse) und durch Kurvenzug ausgeglichen. Die so erhaltenen Formzahlkurven sind für die Jahre 1881 und 1888 der Aufnahmen auf S. 26 mitgeteilt.

Sowohl die Formhöhen- als die Schaftformzahl-Kurven zeigen uns für die einzelnen Aufnahmen des Bestandes den Gang der

betreffenden Massekomponenten mit zunehmender Brusthöhenstärke in Mittelwerten.

Die Kurven sind charakteristisch für jeden Bestand, wie demselben ja auch eine eigene Massen- und Höhenkurve zukommt, sowie für die einzelnen Altersstufen.

Es lassen sich demnach Vergleiche über den Verlauf der Formhöhen und Formzahlen in den verschiedenen Lebensaltern eines Bestandes ziehen.

Ferner drückt sich jede Aenderung in den Wachstumsbedingungen eines Bestandes durch Lichtungen in dem Verlauf der Kurven aus. Daher eignet sich die Isolierung der Massekomponenten hf und f eines Bestandes nach meiner Methode besonders für Untersuchungen in Durchforstungs-Vergleichsflächen, was aus dem 2. Teil dieser Schrift hervorgehen wird.

Nach dem Gesagten sind die Formhöhen- und Formzahl-Kurven abhängig von Holzart, Standortsgüte, Altersstufe; die einzelnen Holzarten wären somit getrennt zu untersuchen, wobei dann für gleichaltrige Bestände derselben Standortsgüte noch die etwaige Verschiedenheit des Lichtungsgrades in Betracht käme.

Das Studium der Formhöhe, dieses wichtigen Faktors der Formbildung und Elements des Nutzholzwerts, muss besonders in älteren Nadelholzbeständen unternommen werden. Die durchschnittliche Veränderung der Formhöhe mit Zunahme von Alter und Stärke liefert uns vielleicht brauchbare Anhaltspunkte für die Beziehungen zwischen Brusthöhen-Stärkezuwachs und Formhöhenzuwachs und damit für die Zuwachsberechnung an stehenden Stämmen nach vorwärts.

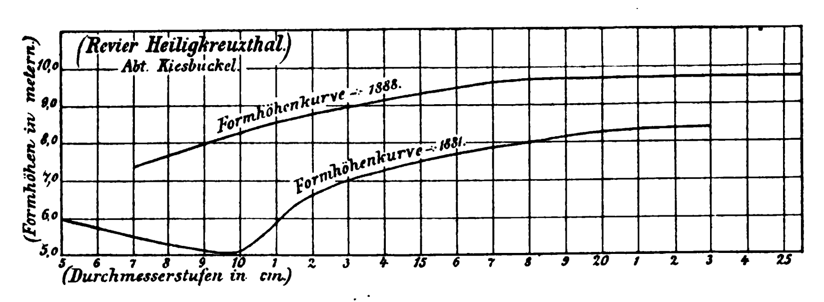
Bezüglich der Formzahlkurven liegt die Möglichkeit vor, dieselben später für Bestände gleicher Holzart und Bonität zu kombinieren, um einerseits den Einfluss des Alters auf die Formzahl, der nach den Kurven thatsächlich vorhanden ist, festzustellen, andererseits für einheitliche, gleichartige Wuchsgebiete in Durchschnittswerten für die einzelnen Stärkestufen Lokalformzahlen

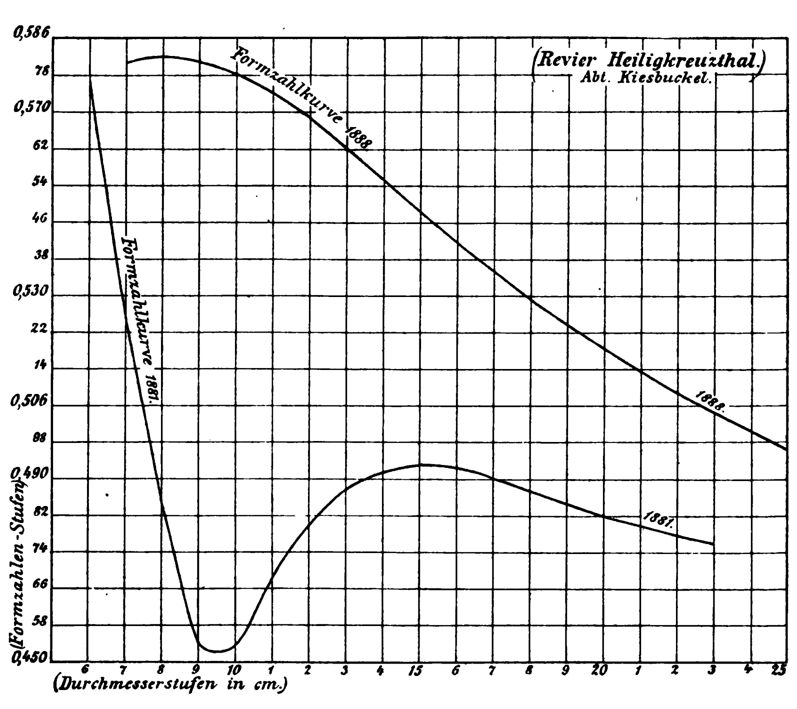
zu schaffen. (Vielleicht lassen sich mit Hilfe der letzteren für grössere Verwaltungsbezirke Lokalmassentafeln konstruieren, die eine Verfeinerung der Massenaufnahmen nach dem Massentafelverfahren bedingen würden.)

Sind für verschiedene Waldgebiete örtliche, mittlere Formzahlkurven vorhanden, so könnte die Frage der Abgrenzung von Wuchsgebieten bald einer Lösung entgegengeführt werden.

Anhang zu Kapitel 2:

Die Formhöhen- und Formzahlkurven.





3. Kapitel.

Die Ermittlung des Zuwachses von Beständen und ihrer Stammklassen.

Als eine unserer Hauptaufgaben wurde bezeichnet, den Wuchsgang von Beständen, getrennt nach einzelnen Teilen, die für periodisch vorgenommene Massenerhebungen vergleichbar bleiben müssen, zu verfolgen. Dies wird in dem Fall möglich, dass ich bei jeder Aufnahme von Versuchsbeständen, welche je nach Holzart und Standort alle 5—10 Jahre in Verbindung mit Beseitigung des Nebenbestandes vorgenommen wird, genau abgrenzbare Bestandesteile auszuscheiden im Stande bin.

Solche Teile sind gegeben:

1) in den Stärkestufen der Kluppierung mit den ihnen zukommenden Stammzahlen. Die Weite der Stärkestufen richtet sich nach der durchschnittlichen Stärke des Bestandes und nach den Ansprüchen an die Genauigkeit der Aufnahme.

2) in Gruppen bestimmter Stammzahlen, die wir, vom stärksten Stamm ausgehend, im Kluppheft bilden, wobei häufig die Stammzahlen benachbarter Stärkestufen ganz oder teilweise zusammenzufassen sind.

Diese Gruppenbildung lässt sich durch den Umstand rechtfertigen, dass die stärksten Stämme des Stangenholzes von gewissem Zeitpunkt ab ihr gegenseitiges Stärkeverhältnis nur wenig ändern, auch fernerhin die stärksten bleiben. Bei Bildung gleich grosser Stammzahlgruppen, vom stärksten Stamm ausgehend und bis zu einer gewissen Grenze nach unten fortschreitend, kommen daher von einer Massenaufnahme zur anderen bezw. für 2 benachbarte Altersstufen, nur an der Grenze nach unten kleine Verschiebungen vor; es kann somit der Zuwachs dieser abgrenzbaren Gruppen ermittelt werden.

Was den Zeitpunkt betrifft, von dem ab in einer gewissen Gruppe stärkster Stämme Verschiebungen im gegenseitigen Stärkenverhältnis der Stämme nicht mehr vorkommen, so glaubte ich für Fichte auf I. Bonität jenen Nachweis schon fürs Alter 30 führen

zu können [1]). Auf geringeren Standorten dürfte jener Zeitpunkt wesentlich später, vielleicht im Alter 40 eintreten.

Für einen späteren Zeitpunkt überhaupt sprechen Untersuchungen von Lorey über das sog. »Umsetzen« besonders bei der Fichte [2]). Derselbe hat durch Analyse von Probestämmen gefunden, dass in normalen Fichtenbeständen bis zum 50. Jahre das Umsetzen ziemlich häufig vorkommt, in späteren Lebensperioden aber verhältnismässig selten wird. Dieses Vorkommnis dürfte aber weit weniger von Wirkung sein, wenn Gruppen von Stammzahlen gebildet werden und deren Zuwachs zwischen je 2 Durchforstungen also für kurze Perioden, untersucht wird. Probestämme, wenn sie auch in Mehrzahl gefällt werden, liefern bei Zuwachsuntersuchungen kein untrügliches Ergebnis für den Bestandsteil, für welchen sie ausgewählt wurden. Sodann muss ich bemerken, dass ich bei Fichte von unter 50 Jahren nur Pflanzbestände untersucht habe, in welchen die Bestandsentwicklung eine raschere, gleichförmigere ist, während die Mehrzahl der Lorey'schen Probestämme aus natürlich verjüngten Beständen mit verschleppten Durchforstungen stammt.

Bedenkt man dies, sowie dass die Unterdrückung von Stämmen stets in den schwächsten Stammklassen, nach früheren Erhebungen von gewissem Zeitpunkt ab (bei Fichte auf I. Bon. im Alter 30, auf geringerer Bonität wahrscheinlich im Alter 40 oder 40/50, bei den natürlich verjüngten Holzarten erheblich später, vielleicht zwischen 45 und 65 Jahr je nach Bonität) stets in der schwächeren Hälfte des Bestandes auftritt, die schwache Durchforstung nur diese unterdrückten Stämme nimmt, dass weiterhin diese Unterdrückung durch die stärksten, vorherrschenden Stämme bewirkt wurde, so kann mit grosser Sicherheit auch bei Fichte, jedenfalls auf I. Bonität, angenommen werden, dass bei einer gewissen Zahl der stärksten Stämme eine wesentliche Verschiebung

---

1) Vgl. Waldbauliche Forschungen etc. S. 54 u. 57.

2) Lorey, Das Umsetzen und die Altersbestimmung, insbesondere bei der Fichte. Allg. Forst- u Jgdztg. 1891, S. 404, — 1892, S. 217.

im gegenseitigen Stärkenverhältnis auch schon vor dem 50. Jahr zu den Ausnahmen gehört.

Wenn es sich um die Untersuchung kurzer Wuchsperioden handelt, lässt sich die Stammgruppenbildung durch den ganzen Bestand durchführen und in der Differenz der Massen der Gruppen, natürlich mit Einbeziehung des Durchforstungsholzes nach Massgabe ihrer Stärkestufen, der Zuwachs derselben finden. Derartige Untersuchung lässt sich jedenfalls schon vom 30jährigen Alter der Bestände ab je für kurze Wuchsperioden durchführen.

Wir werden in der Annahme nicht fehlgehen, dass *wir in den Gruppen gleicher Stammzahlen, gebildet vom stärksten Stamm ausgehend, bis zu einer gewissen Grenze nach unten hin, Vergleichsgrössen für den Wuchsgang* von diesem Bestandesteil und dessen Gliedern *durch eine lange Reihe von Jahren haben.*

Die Anzahl der Gruppen wird so gewählt, dass der gewöhnliche Durchfortungsbetrieb in ihre Stärkestufen nicht eingreift, wir somit den Einfluss jenes Betriebs auf den für uns wichtigen Bestandesteil ungestört studieren können.

Nachdem die Frage entschieden ist, *wie bilden wir die Stammklassen*, damit ihr Wuchsgang periodisch in exakter Weise festgestellt werden kann, so fragt es sich weiter: *Wie erheben wir Masse und Zuwachs der Klassen?*

Die Antwort hierauf giebt uns die Darstellung des Massenkurvenverfahrens in Kap. I. Dasselbe liefert uns für jede Aufnahme eines Bestandes die Masse pro Stamm jeder Stärkestufe. Ich bilde für zwei benachbarte Aufnahmen die Gruppen gleicher Stammzahlen vom stärksten Stamm aus, z. B. von je 200 Stämmen pro ha (von 50 Stämmen der 1/4 ha grossen Versuchsbestände) und ermittle die Gruppenmassen durch Multiplikation der Stammzahlen der zugehörigen Stärkestufen oder von Teilbeträgen einzelner Stärkestufen mit der Masse pro Stamm. Diese Berechnung lässt sich in einfacher Weise im Massenberechnungsregister aus-

führen und erhellt aus untenstehendem Beispiel wieder von Abt. Kiesbuckel des Reviers Heiligkreuzthal für die I. Aufnahme und 3 Gruppen à 200 Stämme pro ha, wobei die Anteile der Gruppen an der Gesamtmasse gleich in Prozenten dieser ausgeworfen sind.

Für denselben Bestand habe ich auch die Zuwachsberechnung für das Ganze wie für die gebildeten Stammgruppen durch Zuziehung der Ergebnisse der II. Aufnahme, für die Wuchsperiode vom 30./37. Jahr gemacht. Wie der Zuwachs des Bestandes in einer Periode in der Differenz der zu Ende und Anfang vorhandenen Massen gegeben ist, ebenso der Zuwachs der Stammklassen, den ich nicht nur absolut, sondern auch in Prozenten des Gesamtzuwachses ausgedrückt habe.

Die Untersuchung der Zuwachsleistung der Stammklassen eines Bestandes gestaltet sich hienach ganz einfach, wesentlich einfacher, als dies bei dem früher von mir befolgten Verfahren der Fall war, und entschieden zuverlässiger, weil etwaige Fehler der Probestämme durch das Massenkurvenverfahren ausgeglichen worden sind, das uns überdies den so wertvollen Faktor der Masse pro Stamm jeder Stärkenstufe geliefert hat. Zudem ist ein besonderer Aufwand von Probeholz für die Zuwachsuntersuchung nicht erforderlich.

Es folgen nun die Berechnungen für Masse der Stammklassen, für Zuwachs von Bestand und Stammklassen:

Massenberechnung für Bestand und Stammklassen.

Stärkestufe	Stammzahl	Masse der Stufe Fm	Der Gruppen Bildung	Der Gruppen Massen Fm
5	2	0,024		
6	12	0,192		
7	47	0,987		
8	78	2,106		
9	87	2,958		
10	108	4,752		
11	124	7,192		
12	95	7,125	16 à 15	2,112
13	93	8,649	34 à 16	5,202
			50 III	7,314 = 9,7 %
14	80	8,880		
15	59	7,788		
16	58	8,874	24 à 16	3,672
17	30	5,310	26 à 17	4,602
			50 II	8,274 = 10,9 %
18	17	3,468		
19	12	2,760	4 à 17	0,708
20	9	2,322	46 à 18/23	10,963
21	5	1,435	50 I	11,671 = 15,4 %
22	2	0,632		
23	1	0,346	I—III	27,259 = 36,0 %
	919	75,800		von der Bestandsmasse.

Zuwachsberechnung für Bestand und Stammklassen.

Zeitraum 6,5 Jahre.

a) Ganzer Bestand.

II. Aufnahme	Bleibender Bestand	116,4 Fm
	Ausgehauen	8,5 »
	zusammen	124,9 Fm
I. Aufnahme (Nebenbestand entfernt)		85,8 Fm
	Zuwachs	49,1 Fm
	dz =	7,55 Fm

b) Die Stammklassen.

Klasse I	bei II. Aufnahme Masse		18,032 Fm		
	» I. » »		11,671 »		
		z =	6,361 Fm	=	13,0 %
» II	bei II. Aufnahme Masse		14,073 Fm		
	» I. » »		8,274 »		
		z =	5,799 Fm	=	11,8 %
» III	bei II. Aufnahme Masse		12,287 Fm		
	» I. » »		7,314 »		
		z =	4,973 Fm	=	10,1 %
	Summa Klasse I—III		17,133 Fm	=	34,9 %
					vom Bestandszuwachs.

---

2. Abschnitt.

Der Wuchsgang von Beständen und ihrer Stammklassen bei Fichte, Tanne und Buche.

1. Kapitel.

Das Untersuchungsmaterial.

Im vorigen Abschnitt wurden die Wege gezeigt, auf denen wir zum Einblick in den Wuchsgang der Bestände in ihren einzelnen Teilen gelangen können. Ich habe, von neuem Verfahren exakter Massenermittlung in Beständen ausgehend, ausgeführt, wie wir in Gruppen gleicher Stammzahlen, vom stärksten Stamm aus gebildet, Vergleichsgrössen für den Wuchsgang von einzelnen Bestandsgliedern durch eine Reihe von Jahren haben, wie wir Masse und Zuwachs dieser Gruppen erheben, wie sich nebenbei im Verlauf der Formhöhen und Formzahlen der Stärkestufen im Bestand für verschiedene Altersstufen, besonders in Versuchsbeständen verschiedener Behandlungsweise, weitere geeignete Vergleichsfaktoren schaffen lassen.

Als solcher Faktor wurde bisher auch der Mittelstamm sowohl des ganzen Bestandes, als einer bestimmten Gruppe stärkster Stämme benützt, aber ich werde in diesem Abschnitt von der Verwendung dieses Mittelstammes absehen, weiterhin von den

viel gebrauchten Faktoren der Mittelhöhe des Bestandes und der Bestandsformzahl. Diese Begriffe bedürfen neuer Definierung, wozu ich unter Heranziehung unserer Versuchsbestände im nächsten Abschnitt Gelegenheit nehmen werde.

Das Rüstzeug für die Untersuchung, die den Gegenstand dieses Abschnittes zu bilden hat, ist gegeben. Welche Bestände der einzelnen Holzarten hiefür zur Verfügung stehen, ist die weitere Frage.

Im allgemeinen habe ich vorauszuschicken, dass für Fichte in erster Linie Pflanzbestände ausgewählt worden sind, weil die Jungbestände der Gegenwart weitaus vorwiegend durch Pflanzung entstanden sind, diese Verjüngungsmethode ohne Zweifel auch in Zukunft das Feld behaupten wird. Nur für Altersstufen, die 50 Jahre übersteigen, habe ich einige Bestände natürlicher Verjüngung beigezogen; wir haben keine so alten Pflanzbestände von normaler Beschaffenheit.

Die Tannen- und Buchenbestände dagegen sind sämtlich natürlich verjüngt, also in der bei diesen Holzarten herrschenden Weise, die auch fernerhin als die richtige Verjüngungsmethode betrachtet werden wird, begründet worden.

Ich führe die Bestände, geschieden nach Holzart, Bonität und Altersstufe auf. Die Bonitierung nahm ich nach der Masse vor: bei Fichte nach den württembergischen Ertragskurven von Baur-Lorey, bei Tanne nach Schuberg[1]), bei Buche nach Baur-Th. Nördlinger. Bei Fichte hielt ich es für notwendig, eine über I. Bonität Baur befindliche Standortsgüte auszuscheiden und mit Ia zu bezeichnen, während die Baur I entsprechenden Bestände unter Ib gebracht sind. Den Beständen fügte ich kurze

1) Es kann gefragt werden, warum ich zur Bonitierung der Tannenbestände nicht die württemb. Ertragstafel für diese Holzart von Lorey (Frankfurt, 1884) benützt habe. Der Grund hiefür liegt darin, dass die Schuberg'sche Tafel auf viel breiterer Grundlage, insbesondere auf wiederholten Aufnahmen von Versuchsbeständen aufgebaut ist, einen höheren Grad von Wahrscheinlichkeit für sich in Anspruch nehmen kann, als die aus einmaligen Aufnahmen nicht sehr zahlreicher Bestände entstandenen Lorey'schen Tafeln.

Beschreibung und die für Beurteilung der Versuchsflächen wichtigen Daten bei.

1) Die Fichtenbestände:

Bonität Ia.

No. 1. Abt. Kiesbuckel, Rev. Heiligkreuzthal (Oberschwaben).
Lage: eben, 570 m hoch, auf Diluviallehm (Moräneschutt).
Bestd.: aus Pflanzung in annähernd Quadratverband (Reihenweite zur Pflanzenweite 1,2: 1,1 m); Alter im Jahr 1888 37 J.
Vers.fl.: 0,25 ha gross; 2 Aufnahmen (v. 81 u. 88).

No. 2. Abt. Postwies, Rev. Weingarten (Oberschwaben).
Lage: eben, 600 m hoch, auf Diluviallehm (Moräneschutt);
Bestd.: aus Pflanzung auf ehemaliger Wiese im Reihenverband (Weite der Reihen 1,7 m, der Pflanzen in diesen 0,6 m); Alter im J. 91 45—46 J.
Vers.fl.: 4, wovon 3 in der Grösse von 0,50 ha 1873 angelegt und in 3 verschiedenen Graden (A, B u. C der Versuchsanstalten) durchforstet, eine 0,25 ha gross, 1879 angelegt und im sog. D-Grad gelichtet. Bestandsaufnahmen von 1873, 79, 86 u. 91 in Verbindung mit Durchforstungen.

Bonität Ib.

No. 3. Abt. Grünriedle, Rev. Heiligkreuzthal (Oberschwaben).
Lage: sanft gegen SO geneigt, 570 m hoch, auf Diluviallehm mit Lettenuntergrund.
Bestd.: aus Pflzg. (mit Biermans'scher Rasenasche) in Reihenverbd. (Weite der Reihen 1,6 m, der Pflanzen in diesen 0,9 m), 1879 in 33jähr. Alter zum 1. Mal durchforstet; Alter im J. 88 42 J.
Vers.fl.: 2, wovon eine mit B-Grad-Durchforstung, die andere mit C-Grad-Durchf. 1881 angelegt; 0,25 ha gross; Aufnahmen von 1881 u. 88.

No. 4. Abt. Forst, Rev. Sulzbach (Jagstkreis).
Lage: eben, ca. 400 m hoch, auf Keupersand mit Letten.

Bestd.: aus Pflanzung im Reihenverband (Weite der Reihen 1,4 m, der Pflanzen in diesen 1,5 m, also nahezu im Quadrat); vor 1880 nicht durchforstet; Alter im J. 87 51 Jahre.

Vers.fl. 3, im J. 1880 angelegt und in 3 Graden (B, C u. D) durchforstet; 0,25 ha gr.; Aufnahmen von 80 und 87. Schneedruckschäden vom Dez. 86, in der B-Fläche gering, in den andern Flächen mehr.

Bonität II.

No. 5. Abt. Schinderwies, Rev. Schrezheim (Jagstkreis).

Lage: fast eben, 450 m hoch, auf Keupersand (Stubensand).

Bestd.: aus Pflanzung im Reihenverband (Weite der Reihen 1,5 m, der Pflanzen in diesen 1,6 m) mit Tannenvorwüchsen; Alter im J. 87 43jährig.

Vers.fl.: 2, im J. 1874 angelegt, in 2 Graden (B u. C) durchforstet; 25 ha gr.; die B-Fläche hat 20% Tannen, die C-Fläche nur 5%. Aufn. von 1874, 79 u. 87.

No. 6. Abt. Kohlstättle, Rev. Baindt (Oberschwaben).

Lage: eben, 504 m hoch, auf Diluviallehm (glazial).

Bestd.: aus natürl. Verjüngung, geschlossen, Alter im Jahr 1886 67jährig.

Vers.fl.: im J. 1872 angelegt, im C-Grad durchforstet, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1872, 79 u. 86.

Bonität III.

No. 7. Abt. Hellenbühl, Rev. Krailsheim (Jagstkreis) (früher Stimpfacher Wald).

Lage: sanft gegen N geneigt, auf Keupersand, ca. 430 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj., geräumig, Alter im J. 1885 81jährig.

Vers.fl.: im J. 1874 angelegt, im B-Grad durchforstet, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1874 u. 85.

2) Die Tannenbestände:

Bonität I.

No. 8. Abt. Langjörgenteich, Rev. Herrenalb (Schwarzwald).

Lage: steiler N—NW-Hang auf Buntsandstein, 460 m h.

Best.: aus natürl. Verj.; im J. 1890 62jähr.
Vers.fl.: im J. 1881 angelegt, 0,25 ha gr., im B-Grad durchforstet, Aufnahmen von 1881 u. 90.

Bonität II.

Nr. 9. Abt. Bildstöckle, Rev. Schwann (Schwarzwald).
Lage: sanfter NNW-Hang, auf Buntsandstein, 660 m h.
Bestd.: aus nat. Verj.; im J. 1890 45jähr.
Vers.fl.: im J. 1881 angelegt, 0,25 ha gr., im B-Grad durchforstet, Aufnahmen von 1881 u. 90.

No. 10. Abt. Stossgrund, Rev. Schönmünzach (Schwarzwald) (früher Schlosswald).
Lage: steiler NO-Hang auf Gneis, 530 m hoch.
Bestd.: aus nat. Verj. mit 10% Fichten und 3% Buchen, Alter im J. 88 61 J.
Vers.fl.: im J. 1881 im B-Grad angelegt, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1881 u. 88.

No. 11. Abt. Erzwasch Fl. I, Rev. Langenbrand (Schwarzwald) (früher mittleres Hundsthal).
Lage: lehner W-Hang auf Buntsandstein, 600 m hoch.
Bestd.: aus nat. Verj.; Alter im J. 90 80jährig.
Vers.fl.: im J. 1881 im B-Grad angelegt, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1881 u. 90.

Bonität III.

No. 12. Abt. Jägersteig, Rev. Aalen (Jagstkreis) (früher Hefelesklinge).
Lage: mässig steiler NNO-Hang auf braunem Jura, 455 m hoch.
Bestd.: aus nat. Verj.; Alter im J. 90 52jährig.
Vers.fl.: im J. 1882 im B-Grad angelegt, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1882 u. 90.

No. 13. Abt. Hummelrain, Rev. Langenbrand (Schwarzwald).
Lage: lehner NO-Hang auf Buntsandstein, 600 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj.; im J. 90 68jährig.

Vers.fl.: im J. 1881 im B-Grad angelegt, 0,20 ha gr., Aufnahmen von 1881 u. 90.

Bonität IV.

No. 14. Abt. Bronnhaupter Hardt 1., Rev. Balingen (zwischen Alb und Schwarzwald).

Lage: eben auf Liasplatte, Lehmboden, 620 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj.; sehr dicht erwachsen, im J. 1889 über 100jährig.

Vers.fl.: im J. 1882 im B-Grad angelegt, 0,25 ha gr., Aufnahmen von 1882 u. 89.

3) Die Buchenbestände.

Bonität II.

No. 15. Abt. Kohlwald, Rev. Pfronstetten (Alb).

Lage: an steilem O-Hang auf weissem Jura, 750 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj., im J. 1891 80jährig.

Vers.fl.: 2, im J. 1875 in 2 Durchforstungsgraden (B u. C), je 0,50 ha gr., angelegt, Aufnahmen von 1875, 83 u. 91.

Bonität III.

No. 16. Abt. Petershau, Rev. Mochenthal (Alb).

Lage: fast eben auf Süsswasserkalk; ca. 570 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj., im J. 91 54jährig.

Vers.fl.: 2, im J. 1875, je 0,50 ha gr., in 2 Durchforstungsgraden (B u. C) angelegt, Aufnahmen von 1882 u. 91.

No. 17. Abt. Frauenholz, Rev. Pflummern (Alb).

Lage: sanfter SO-Hang, auf Jurakalk, ca. 650 m hoch.

Bestd.: aus nat. Verj., teilweise mit Stockausschlägen, Alter im J. 91 65jährig.

Vers.fl.: 3, wovon 1 0,20 ha gr. (A-Fläche), die beiden andern 0,25 ha gross und im B- u. C-Grad durchforstet; angelegt 1875; Aufnahmen von 1875, 82 u. 91 (in den letztgen. 2 Flächen viele Stockausschläge).

Wie ersichtlich, befinden sich die Versuchsbestände in den natürlichen Verbreitungsgebieten der betreffenden Holzarten in Württemberg:

die Fichtenflächen in Oberschwaben und im Jagstkreis (Ellwanger Wald und Umgebung),

die Tannenflächen (mit 1 Ausnahme) im Schwarzwald und an dessen Grenzen,

die Buchenflächen im Gebiet der Schwäbischen Alb und an ihren Grenzen.

Was die Altersverhältnisse betrifft, so kamen vorherrschend Stangen- und angehende Baumhölzer zur Untersuchung. Deren Wuchsgang muss uns in erster Linie interessieren, weil er grundlegend für die Durchforstungsfrage ist, zudem standen uns bei Fichte normale Pflanzbestände von mehr als 51jährigem Alter nicht zur Verfügung.

Ueberhaupt sind Untersuchungen in älteren Beständen der 3 Holzarten stets in einer Hinsicht bedenklich: eine rechtzeitige Entfernung des unterdrückten Nebenbestandes hat im Stangenholzalter nicht häufig stattgefunden. In der Hauptsache haben früher die Leseholzsammler durchforstet.

Die Fichtenbestände No. 1—3 u. 7 habe ich schon in meinen »Waldbaulichen Forschungen etc.« verwendet; sie mussten aber wieder herangezogen werden, weil mein Verfahren der Massen- und Zuwachsberechnung, der Untersuchung von Formhöhe und Formzahl etc. neue Aufschlüsse bringt, frühere Aufstellungen bestätigt oder berichtigt, überdies weil in dem wichtigen Versuchsbestand No. 2 inzwischen eine neue Bestandsaufnahme stattgefunden hat.

Denjenigen, welchen die Massenvorräte der Versuchsbestände bei den verschiedenen Aufnahmen interessieren sollten, erlaube ich mir auf den 3. Abschnitt der Schrift zu verweisen. Bei Untersuchung des Wuchsgangs der Bestände an dieser Stelle fragen wir nach dem relativen Anteil der einzelnen Bestandsglieder an Gesamt-Masse und -Zuwachs.

2. Kapitel.

Der Wuchsgang der Stammklassen im Bestand bei den einzelnen Holzarten.

Um den Wuchsgang ganzer Bestände klassenweise zu untersuchen, werde ich nun nicht die ganze Zahl der aufgeführten Versuchsbestände benützen. Einerseits würde dies bei dem Umfang der erforderlichen Rechenarbeiten zu weit führen, andererseits halte ich es entschieden für zweckdienlicher, von den Beständen die nach Begründungsweise und derzeitiger Beschaffenheit regelmässigsten auszuwählen. Untersuchungen in solchen werden uns am ehesten zu allgemeinen Zuwachsgesetzen führen, auch sind wir für diese Musterbestände am meisten zur Durchführung der Gruppenbildung durch den ganzen Bestand berechtigt. Hier trifft die im vorigen Abschnitt erörterte Annahme, dass von einer Aufnahme zur anderen (innerhalb einer Wuchsperiode) in den Stammgruppen keine zu starken Verschiebungen vorkommen, mit grosser Wahrscheinlichkeit zu.

Sämtliche Versuchsbestände werden dann herangezogen, wenn der Wuchsgang einer gewissen Anzahl stärkster Stämme verfolgt wird, die für das spätere Bestandsleben von entscheidender Bedeutung sind. Auf diese Untersuchung wirken kleinere Unregelmässigkeiten der Bestände nicht merklich ein, auch treten in dieser Bestandsgruppe Verschiebungen in den Stärkeverhältnissen der Stämme weit früher nicht mehr ein als in den schwächeren Stammklassen. Sodann ist es für den betreffenden Bestandsteil von praktischem Wert, Durchschnittszahlen für seine Wuchsleistung zu haben. Um derartige Zahlen zu bekommen, bedürfen wir einer grösseren Anzahl von Beständen. Die hierauf bezügliche Untersuchung folgt in Kap. 4.

Die Musterbestände für die klassenweise Untersuchung ganzer Bestände wurden für verschiedene Standortsgüten gewählt, ferner in denselben die Versuchsflächen, in denen sich die Durchforstungen nur auf den unterdrückten Nebenbestand erstreckt haben, also in dem früher herrschend gewesenen mässigen Grad

geführt wurden (B-Grad der Versuchsanstalten). Untersuchungen in solchen Beständen müssen uns die Grundlagen für das Studium der Wirkung von verschieden starken Lichtungsgraden liefern.

Die Musterbestände sind folgende:

Für Fichte: auf Ia Bonität Bestd. No. 1 (Kiesbuckel), geeignet weil in zweckmässigem Verband (□ mit 1,1—1,2 m Pflanzenweite) begründet und früher schon von der Lokalverwaltung durchforstet [1]).

Auf Ib Bonität Bestd. No. 4 (Forst), in annähernd Quadratverband begründet und sehr regelmässig.

Auf II. Bonität Bestd. No. 5 (Schinderwies), in nahezu Quadratverband mit 1,5—1,6 m Pflanzenweite begründet. Die hier zu verwendende B-Fläche hat etwas störende Tannen-Beimischung (etwa 20% der Stammzahl, aus Vorwuchshorsten entstanden), aber die Vergleichung mit der wenig Tannen (5 %) enthaltenden C-Fläche lässt vermuten, dass die wuchsverwandte Tanne das Ergebnis der Berechnungen für die B-Fläche nicht wesentlich beeinflusst.

Für Tanne: auf I. Bonität Bestd. No. 8 (Langjörgenteich),
» II. » » » 9 (Bildstöckle) und
» 11 (Erzwasch),
» III. » » » 13 (Hummelrain).
Für Buche: » II. » » » 15 (Kohlwald),
» III. » » » 16 (Petershau).

Diese Musterbestände untersuchte ich nach der im vorigen Abschnitt entwickelten Methode. Ich zerlegte dieselben, vom stärksten Stamm ausgehend, in Stammzahlgruppen von je 200 Stück pro ha, ermittelte die Gruppenmassen für die einzelnen Aufnahmen und ihre absoluten und relativen Anteile an der Gesamtmasse,

---

1) Die von der Versuchsstation wesentlich länger behandelten Flächen in Bestd. No. 2 (Postwies) nahm ich zunächst nicht wegen des ausgesprochenen Reihenverbands (1,7 m : 0,6 m), benütze sie jedoch in Kap. 4 u. 5 in entsprechender Weise, ferner im II. Teil der Schrift.

ebenso die Zuwachsgrössen der Gruppen zunächst absolut in Festmeterbeträgen, weiterhin relativ in Prozenten des Gesamtzuwachses.

Auf die Mitteilung der absoluten Grössen der Anteile, welche in den einzelnen Beständen die gebildeten Gruppen an Masse und Zuwachs haben, verzichte ich. Hier ist es hauptsächlich von Interesse, die relativen Grössen von Masse und Zuwachs der Stammzahlgruppen je für dieselbe Wuchsperiode (zwischen 2 Durchforstungen und Massenaufnahmen) einander gegenüberzustellen.

In den nachfolgenden Uebersichten sind für die Klassen einerseits die prozentualen Anteile an der Gesamtmasse für I. und II. Aufnahme, bezw. II. und III. Aufnahme des Bestandes, ferner die Mittel aus den beiden Aufnahmen gegeben, andererseits die prozentualen Anteile am Gesamtzuwachs während der Wuchsperiode. So können wir ein Urteil darüber gewinnen, in welchem Grade sich die einzelnen Stammklassen eines Bestandes an Masse und Zuwachs beteiligt haben.

Ein anderer Weg der Vergleichung wäre der gewesen, für jede Stammklasse den Durchschnittszuwachs in der Wuchsperiode zu berechnen, diesen der mittleren Masse der Periode gegenüberzustellen und nach der Pressler'schen Formel $p = \frac{M-m}{M+m} \cdot \frac{200}{n}$ ein eigentliches Zuwachsprozent zu berechnen. Doch giebt die Vergleichung der Zuwachsprozente der Klassen kein geeignetes Bild von den Beziehungen zwischen Massen- und Zuwachsanteil der Klassen.

Es folgen nun die Massen- und Zuwachsberechnungen der Musterbestände, woraus sodann im nächsten Kapitel die Schlüsse gezogen werden sollen (s. S. 42 u. 43).

Aus diesen Analysen der Musterbestände lässt sich für Fichte folgern:

Auf I. Bon. haben wir im 30/37jähr. Alter die auffallende Thatsache, dass in der grössten Zahl der Stammklassen annähernde Uebereinstimmung von Massen- und Zuwachsanteil vorhanden ist, die Zuwachs-

1) Die Fichte.

Ia Bon. Kiesbuckel (Bestd. No. 1).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 30jährig	II. Aufn. 37jährig	Im Mittel von 30/37 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	15,4	14,4	14,9			13,0		
II	10,9	11,3	11,1	35,8		11,8	34,9	
III	9,7	9,8	9,8			10,1		
IV	8,5	8,9	8,7			9,4		
V	7,3	7,8	7,6	23,0	75,1	8,6	24,8	75,7
VI	6,7	6,7	6,7			6;8		
VII	6,1	6,0	6,1			5,7		
VIII	5,3	5,5	5,3	16,3		5,6	16,0	
IX	5,0	4,8	4,9			4,7		
X	4,1	4,5	4,3			5,1		
XI	3,8	4,0	3,9	11,7		4,3	12,9	
XII	3,6	3,5	3,5			3,5		
XIII	2,9	3,1	3,0			3,3		
XIV	2,8	2,7	2,7	7,9	24,9	2,4	7,7	24,3
XV	2,2	2,2	2,2			2,0		
XVI	2,1	1,8	2,0			1,5		
XVII	1,8	1,5	1,6			1,2		
XVIII	1,4	1,2	1,3	5,3		0,7	3,6	
XIX	0,4	0,3	0,4			0,2		
	100,0	100,0	100,0			100,0		

Ib Bon. Forst B (Bestd. No. 4).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 44jährig	II. Aufn. 51jährig	Im Mittel von 44/51 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	19,8	21,7	20,8			28,0		
II	15,2	15,8	15,5	49,0		18,2	59,1	
III	12,7	12,7	12,7			12,9		
IV	10,9	10,8	10,9		77,4	10,1		86,2
V	9,5	9,3	9,4	28,4		9,1	27,1	
VI	8,1	8,1	8,1			7,9		
VII	6,9	6,7	6,8			6,1		
VIII	6,0	5,6	5,8	17,3		4,2	12,3	
IX	5,1	4,4	4,7		22,6	2,0		
X	4,0	3,3	3,6			1,0		13,8
XI	1,8	1,6	1,7	5,3		0,5	1,5	
	100,0	100,0	100,0			100,0		

II. Bon. Schinderwies (Best. No. 5).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen					Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	I. Aufn. 30jährig	II. Aufn. 35jährig	Im Mittel von 30/35 J.					
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	13,6	12,7	13,1			11,7		
II	9,6	9,3	9,4	30,5		9,0	28,4	
III	8,1	7,9	8,0			7,7		
IV	7,1	7,2	7,1			7,4		
V	6,1	6,5	6,3	19,5		6,8	21,2	
VI	5,8	6,4	6,1			7,0		
VII	5,2	5,4	5,3			6,8		
VIII	4,9	5,3	5,1	14,9	82,4	5,5	16,5	84,5
IX	4,6	4,4	4,5			4,2		
X	4,2	4,1	4,1			4,4		
XI	3,7	4,0	3,8	11,5		3,9	11,7	
XII	3,7	3,6	3,6			3,4		
XIII	3,1	3,1	3,1			3,5		
XIV	2,8	3,1	2,9	8,6		3,2	9,4	
XV	2,6	2,6	2,6			2,7		
XVI	2,4	2,4	2,4			2,7		
XVII	2,0	2,3	2,1	6,3	17,6	2,3	6,8	15,5
XVIII	1,8	1,8	1,8			1,8		
XIX	1,7	1,6	1,7			1,5		
XX	1,7	1,6	1,6	8,8		1,5	5,8	
XXI-XXVIII	6,3	4,7	5,5			2,8		
	100,0	100,0	100,0			100,0		
	II. Aufn.[1] 35jährig	III. Aufn. 43jährig	Im Mittel v. 35/43 J.					
I	13,4	15,3	14,4			18,8		
II	9,9	10,8	10,3	33,4		12,6	42,1	
III	8,3	9,1	8,7			10,7		
IV	7,6	7,7	7,7			7,8		
V	6,8	7,3	7,0	21,2		8,3	21,5	
VI	6,7	6,2	6,5		78,7	5,4		86,0
VII	5,7	5,9	5,8			6,4		
VIII	5,6	5,1	5,3	15,7		4,0	15,3	
IX	4,6	4,7	4,6			4,9		
X	4,3	4,2	4,3			4,0		
XI	4,3	3,9	4,1	11,8		3,1	9,8	
XII	3,6	3,3	3,4		21,3	2,7		14,0
XIII	3,3	3,3	3,3			3,3		
XIV	3,2	2,7	2,9	17,9		1,8	11,3	
XV-XXII	12,7	10,6	11,7			6,2		
	100,0	100,0	100,0			100,0		

1) Massenanteile nach Beseitigung des Durchforstungsholzes.

erzeugung der Stammklassen proportional ihrem Anteil an der Gesamtmasse des Bestandes erfolgt.

Die Proportionalität zwischen Masse und Zuwachs tritt bei Bildung von Gruppen zu 3 Klassen (von je 600 Stück) noch deutlicher zu Tage, ferner wenn wir die Gruppe der halben Stammzahl des Bestandes, vom stärksten Stamm aus, bilden. Die stärkere Hälfte des Bestandes ist mit 75,1 % an der Masse, mit 75,7 % am Zuwachs beteiligt. Nur bei den schwächsten Stammklassen zeigt sich ein minus beim Zuwachsanteil; hier bleibt der Zuwachs unter dem Prozent des Massenanteils.

Im 44/51jährigen Bestand auf etwas weniger gutem Standort ist eine Verschiebung eingetreten. Wir finden ein Plus des Zuwachses in den ersten 2—3 Klassen, Proportionalität in den nachfolgenden 3 Klassen, ein Minus an Zuwachs im Restbestand, das sich gegen die schwächste Klasse hin vergrössert.

Für II. Bon. liegt eine Fläche mit 3 Bestandsaufnahmen vor, so dass das Verhältnis zwischen Masse und Zuwachs der Stammklassen für 2 Wuchsperioden (vom Alter 35/43) in demselben Bestand untersucht werden kann. Hier ergiebt sich im 30/35jährigen Alter auch wieder eine ziemliche Uebereinstimmung der Massen- und Zuwachsanteile der Klassen mit der Massgabe, dass in den schwächsten Klassen wie auf I. Bon. in Bestd. Kiesbuckel der Zuwachsanteil hinter dem Massenanteil zurückbleibt.

Im 35/43jährigen Alter jedoch, nachdem im Alter 30 und 35 durchforstet worden ist, erleidet auch hier das Verhältnis eine Verschiebung. Die Zuwachsanteile stehen im stärkeren Teil des Bestandes über den betreffenden Massenanteilen, im schwachen Teil unter denselben. Die Verschiebung ist derart, dass das Plus des Zuwachsanteils von den 3 ersten Klassen (600 stärksten Stämmen pro ha) erzeugt wird, während von Klasse IV/XIII Proportionalität vorliegt, von Klasse XIII ab, somit im schwächsten Teil des Bestandes ein Minus der Zuwachserzeugung auftritt.

Dieselbe Erscheinung wie in den Musterbeständen, deren Zahlenbelege für den Wuchsgang ich mitgeteilt habe, fand sich

auch in dem Bestd. Postwies (No. 2, B-Fläche) für das 33/45jährige Alter, also für mehrere Wuchsperioden desselben Bestandes. Im 33/40jährigen Alter besteht annähernde Proportionalität zwischen Massen- und Zuwachsanteil, dann aber, nach weiterem Eingriff in den Bestand, findet in der Wuchsperiode 40/45 ein Emporschnellen des Zuwachsanteils der stärksten Stammklassen statt und zwar so, dass auch hier das Plus beinahe ganz von den 3 ersten Klassen geleistet wird. Damit im Zusammenhang steht das Zurücksinken des Zuwachses in den schwächsten Bestandsteilen.

Der Zeitpunkt der relativen Mehrerzeugung in den stärksten Stammklassen trifft annähernd mit demjenigen zusammen, in welchem der laufende Zuwachs an Gesamtmasse und mittlerer Bestandshöhe kulminiert. Hierauf komme ich unten bei den Folgerungen zurück.

Vergleichen wir hinsichtlich der Produktionsverhältnisse die verschiedenen Bonitäten, so tritt zu Tage, dass in 30/37jährigen Beständen die Massenanteile und damit auch die Zuwachsanteile der stärkeren Stammklassen auf der geringeren Bonität relativ kleiner sind als auf der guten Bonität. Auf ersterem Standort ist somit eine grössere Anzahl von Stammklassen erforderlich als auf dem letzteren, um denselben relativen Anteil an Masse und Zuwachs des Bestandes zu haben. Stellen wir z. B. die Bestände Kiesbuckel (No. 1) und Schinderwies (No. 5) einander gegenüber und fragen, welche Stammklassen bezw. welche Stammzahlen notwendig sind, um für Masse und Zuwachs einen gleichen Anteil von rund 60% zu bekommen, so finden wir:

Es sind erforderlich

	Klasse		Massen-		Zuwachsanteil
auf I. Bon.	Klasse I—VI	mit	58,8% Massen-,		59,7% Zuwachsanteil
auf II. Bonität	I—VII	»	55,3 »	»	56,4 » »
	²/₃ von VIII	»	3,5 »	»	3,6 » »
	zus.		58,8%	»	60,0% »

Ein derartiger Einfluss der Bonität auf die Produktionsverhältnisse macht sich jedoch nur in einer gewissen Anzahl stärk-

ster Stammklassen, nicht einmal in der ganzen stärkeren Hälfte des Bestandes geltend. Derselbe ist in den 2 genannten Beständen in Klasse I—IX vorhanden, dagegen haben Klasse X—XIII nahezu den gleichen Massenanteil von 11,7 bezw. 11,5 %, auch keine zu weit abstehenden Zuwachsanteile von 12,9 bezw. 11,7%.

Der für die stärkeren Stammklassen behauptete Einfluss der Bonität auf das Mass der Beteiligung am Zuwachs des Bestandes steht mit der verschiedenen Stammzahl der Bonitäten in Beziehung. Die Stammzahl der geringen Bonität ist erwiesenermassen grösser als diejenige der guten, die durchschnittliche Stärke und damit die Leistungsfähigkeit der Einzelstämme geringer. Werden in 2 zu vergleichenden Beständen verschiedener Bonität gleich viel Stammklassen gebildet, so fallen auf der geringen Bonität naturgemäss der einzelnen Klasse mehr Stämme zu als auf der guten Bonität. Bei Bildung von Klassen gleicher Stammzahl, wie wir es gethan haben, müssen daher mehr Klassen zusammengefasst werden, um denselben relativen Anteil an Masse und Zuwachs leisten zu können.

2) Die Tanne.

I. Bon. Langjörgenteich (Bestd. No. 8).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 53jährig	II. Aufn. 62jährig.	Im Mittel von 53/62 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	37,0	35,7	36,4			33,0		
II	16,5	18,4	17,5	66,3		22,2	69,5	
III	12,1	12,8	12,4		83,3	14,3		
IV	9,5	9,6	9,5			9,9		86,9
V	7,5	7,5	7,5	22,9		7,5	22,9	
VI	6,0	5,8	5,9			5,5		
VII	4,8	4,3	4,5		16,7	3,3		13,1
VIII	3,5	3,1	3,3	10,8		2,2		
IX	2,4	2,1	2,3			1,6	7,6	
X	0,7	0,7	0,7			0,5		
	100,0	100,0	100,0			100,0		

II. Bon. Bildstöckle (Bestd. No. 9).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 36jährig	II. Aufn. 45jährig	Im Mittel von 36/45 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	23,4	24,9	24,2			26,4		
II	14,0	14,7	14,3	49,2		15,4	53,4	
III	10,3	11,0	10,7			11,6		
IV	8,9	9,0	8,9			9,2		
V	7,3	7,3	7,3	22,4	84,1	7,2	23,0	88,2
VI	6,1	6,4	6,2			6,6		
VII	5,5	5,5	5,5			5,5		
VIII	5,2	4,7	4,9	14,5		4,3	13,8	
IX	4,1	4,0	4,1			4,0		
X	3,5	3,4	3,4			3,2		
XI	2,7	2,6	2,7	8,4	15,9	2,4	7,2	11,8
XII	2,5	2,0	2,3			1,6		
XIII	2,0	1,5	1,7			0,9		
XIV	1,8	1,2	1,5	5,5		0,7	2,6	
XV (Rest)	2,7	1,8	2,3			1,0		
	100,0	100,0	100,0			100,0		

II. Bon. Stossgrund (Bestd. No. 10).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 54jährig	II. Aufn. 61jährig	Im Mittel von 54/61 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
I	37,7	33,6	35,7			24,4		
II	17,2	19,0	18,1	65,9		22,8	61,7	
III	11,7	12,5	12,1		87,2	14,5		86,4
IV	8,7	9,2	8,9			10,2		
V	6,6	6,9	6,8	21,3		7,6	24,7	
VI	5,3	5,8	5,6			6,9		
VII	4,2	4,4	4,3			4,9		
VIII	3,2	3,3	3,3	9,9		3,5	11,0	
IX	2,3	2,4	2,3		12,8	2,6		13,6
X	1,6	1,6	1,6			1,7		
XI	1,1	1,0	1,0	2,9		0,8	2,6	
Rest	0,4	0,3	0,3			0,1		
	100,0	100,0	100,0			100,0		

II. Bon. Erzwasch Fl. 1 (Bestd. No. 11).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 72jährig	II. Aufn. 81jährig	Im Mittel von 72/81 J.		Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses	
	in Prozenten der Gesamtmasse					
I	34,3	35,8	35,1		40,0	
II	23,1	23,0	23,1	75,7	22,8	78,8
III	17,8	17,3	17,5		16,0	
IV	13,6	13,3	13,5		12,3	
V	9,4	9,1	9,2	24,3	8,0	21,2
Rest	1,8	1,5	1,6		0,9	
	100,0	100,0	100,0		100,0	

III. Bon. Hummelrain (Bestd. No. 13).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen: I. Aufn. 60jährig	II. Aufn. 68jährig	Im Mittel von 60/68 J.			Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses		
	in Prozenten der Gesamtmasse							
à 40 Stück								
I	23,3	23,4	23,4			23,8		
II	14,7	15,5	15,1	50,3		18,5	56,4	
III	11,5	12,1	11,8		72,7	14,1		79,2
IV	10,0	10,4	10,2			11,8		
V	8,6	8,5	8,5	26,1		7,9	25,6	
VI	7,6	7,2	7,4			5,9		
VII	6,4	6,3	6,4			6,0		
VIII	5,5	5,3	5,4	16,2	27,3	4,8	14,1	20,8
IX	4,6	4,3	4,4			3,3		
X	4,0	3,4	3,7			1,2		
XI	3,8	3,6	3,7	7,4		2,7	3,9	
	100,0	100,0	100,0			100,0		

Aus obigen Zahlen geht für die Tanne hervor:

Auf I. Bonität ist im 53/62jährigen Alter annähernde Proportionalität von Masse und Zuwachs der Stammklassen vorhanden, besonders wenn grössere Gruppen z. B. solche von 3 Klassen à 600 Stück pro ha gebildet werden. In der 2. dieser Gruppen (Klasse IV—VI), die noch zur stärkeren Hälfte des Bestandes gehört, finden wir in Bestand Langjörgenteich genaue Proportio-

nalität, in der 1. Gruppe ein Plus an Zuwachs, in der 3. Gruppe ein entsprechendes Minus gegenüber dem Massenanteil.

Weitere Untersuchungen für diese Bonität sind notwendig.

Für II. Bonität habe ich 3 Bestände von 36—81jährigem Alter untersucht. Dieselben zeigen wie der Bestand I. Bonität annähernde Proportionalität von Masse und Zuwachs der Klassen mit der Modifikation bei 2 Beständen, dass der Zuwachsanteil der stärksten Klassen relativ grösser ist als ihr Massenanteil, der Zuwachsanteil der schwächsten Klassen relativ kleiner. Bei einem Bestand (No. 10, Stossgrund) steht der Zuwachsanteil der stärksten Stammklasse I ziemlich unter dem Massenanteil derselben, was mit der grossen Stammzahl der Fläche zusammenhängen dürfte. Fassen wir jedoch in demselben Bestande Klasse I—VI zur stärkeren Hälfte der Stammzahl zusammen, so reduziert sich die Differenz zwischen Massen- und Zuwachsanteil auf die verschwindende Grösse von 0,8 %. Demnach trifft auch hier für die stärkere Hälfte des Bestandes Proportionalität zu.

Auch auf III. Bonität haben wir die in 1 Bestand I. und 2 Beständen II. Bonität festgestellten Verhältnisse: Ueberschuss des Zuwachsanteils in den stärksten 3 Klassen, Proportionalität zwischen Masse und Zuwachs in den mittleren Klassen, dem Ueberschuss in den ersten Klassen entsprechender Abmangel in den schwächsten Klassen.

Werfen wir einen Blick auf die Grösse der Prozentsätze, mit denen Masse und Zuwachs der Klassen auf den verschiedenen Bonitäten sich beteiligen, so finden wir in den Beständen II. und III. Bonität dasselbe wie bei Fichte, nur für eine spätere Altersstufe. In 60/70jähr. Bestand ist auf der geringeren Bonität eine grössere Anzahl von Stämmen bezw. Stammklassen erforderlich, als auf der besseren Bonität, um denselben relativen Anteil an Masse und Zuwachs des Bestandes zu haben. Dies zeigt eine Vergleichung der Bestände 10 und 13 (Stossgrund und Hummelrain). Hier kommt in 61 bezw. 60jähr. Alter der Klasse I—III auf II. Bonität 65,9 % der Masse zu, auf III. Bonität

50,3%, der stärkeren Hälfte des Bestandes auf II. Bonität 87,2%, auf III. Bonität 72,7% der Masse.

3) Die Buche.

Auf II. Bonität ist in 62/70jähr. Alter bis auf einige Zehntelprozent genaue Proportionalität zwischen Massen- und Zuwachsanteil vorhanden, im 70/80jährigen nur noch annähernde, weil die Gruppe der 3 stärksten Stammklassen einen Vorsprung im Zuwachsanteil gewonnen hat (Bestd. No. 15).

II. Bon. Kohlwald (Bestd. No. 15).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen				Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses	
	I. Aufn. 62jährig	II. Aufn. 70jährig	Im Mittel von 62/70 J.			
	in Prozenten der Gesamtmasse					
I	33,8	33,7	33,8	71,5	33,4	71,8
II	21,2	21,3	21,2		21,4	
III	16,4	16,6	16,5		17,0	
IV	13,3	13,4	13,4	28,5	13,8	28,2
V	10,8	10,8	10,8		10,9	
VI	4,5	4,2	4,3		3,5	
	100,0	100,0	100,0		100,0	
	II. Aufn.[1] 71jährig	III. Aufn. 80jährig	Im Mittel von 70/80 J.			
I	34,9	34,6	34,8	74,7	33,9	78,7
II	22,1	23,0	22,5		25,2	
III	17,1	17,7	17,4		19,6	
IV	13,8	13,8	13,8	25,3	13,5	21,3
V	12,1	10,9	11,5		7,8	
	100,0	100,0	100,0		100,0	

1) Massenanteile nach Ausführung der Durchforstung.

Auf III. Bonität befindet sich der Bestand No. 16 im 45/54-jährigen Alter noch im lebhaftesten Ausscheidungsprozess. Die Durchforstung vom J. 54 greift mit einzelnen Stämmen sogar in die II. Stammklasse ein; sie nahm im ganzen nahezu die Hälfte der im J. 45 vorhandenen Stammzahl (2612 pro ha). Der Zuwachsanteil der 2 stärksten Klassen ist noch geringer als der Massenanteil derselben, derjenige von Klasse III—XII dagegen

III. Bon. Petershau (Bestd. No. 16).

Stammklasse No.	Massenanteil der Klassen II. Aufn. 45jährig	III. Aufn. 54jährig	Im Mittel von 45/54 J.		Zuwachsanteil der Klassen in Prozenten des Gesamtzuwachses	
	in Prozenten der Gesamtmasse					
I	21,9	19,5	20,7	42,2	17,3	37,9
II	12,4	11,8	12,1		11,1	
III	9,3	9,4	9,4		9,5	
IV	7,4	7,9	7,6	19,7	8,4	22,1
V	5,8	6,6	6,2		7,3	
VI	5,8	5,9	5,9		6,4	
VII	3,9	5,2	4,5	12,1	6,0	15,8
VIII	3,5	4,6	4,0		5,7	
IX	3,4	3,8	3,6		4,1	
X	3,4	3,6	3,5	8,9	3,8	9,7
XI	2,7	2,8	2,8		2,8	
XII	2,4	2,7	2,6		3,1	
XIII	2,4	2,6	2,5	6,7	2,9	5,9
XIV	2,3	1,9	2,1		1,5	
XV	2,3	1,9	2,1		1,5	
XVI	1,7	1,8	1,8	4,2	1,8	5,1
XVII	1,1	1,6	1,3		2,1	
XVIII	1,1	1,1	1,1		1,2	
Rest	7,2	5,3	6,2	6,2	3,5	3,5
	100,0	100,0	100,0		100,0	

grösser, wenn wir Gruppen à 3 Klassen bilden, der Zuwachsanteil der Klassen von XIII ab mit unbedeutenden Ausnahmen wieder kleiner, was sich besonders bei dem als »Rest« bezeichneten schwächsten Bestandsteil zeigt. Dieser Teil besteht übrigens noch aus über 8 Klassen (827 St.), stellt hiernach einen grossen Prozentsatz (31,5 %) der gesamten Stammzahl dar.

Bei der nächsten Aufnahme des Bestandes dürfte mehr Stetigkeit in die Entwicklung des stammreichen Bestandes gekommen, wird wohl Proportionalität zwischen Massen- und Zuwachsanteil der Stammklassen eingetreten sein.

3. Kapitel.

Allgemeine Folgerungen über den Wuchsgang der Stammklassen im Bestand.

Greifen wir aus dem, was über die Massenbewegung im Bestand für die einzelnen Holzarten erhoben werden konnte,

die gemeinsamen Punkte heraus, so lassen sich folgende Sätze aufstellen:

1) Im geschlossenen und mässig durchforsteten Bestand erfolgt der Schaftmassenzuwachs der Stammklassen im Stangen- und Baumholzalter annähernd proportional dem Anteil derselben an der Bestandsmasse, jedoch neigen die stärksten Klassen in der Nähe der Kulmination des laufenden Massenzuwachses vom Bestand zur Mehrerzeugung hin [1]).

2) Die Zeit, in der das Proportionalitätsverhältnis zwischen Masse und Zuwachs einzutreten pflegt, beginnt mit dem vollständigen Kronenschluss des Bestandes und nach Einlegung der ersten Durchforstung, ist somit veränderlich nach Holzart, Begründungsweise des Bestandes, Standortsgüte.

Bei Lichtholzarten und künstlich begründeten Beständen, insbesondere Pflanzbeständen, tritt das erste Wuchsgesetz wesentlich früher (15/20 Jahre) in Kraft als bei den Schattholzarten mit natürlicher Verjüngung, ebenso früher auf guter als auf geringer Bonität.

Als ungefähre Zeitpunkte können angenommen werden:

Bei Fichte (Pflz.-best.) auf	I. Bonität	im	Alter	von	30	Jahren
	II. »	»	»	»	35/40	»
	III. »	»	»	»	40/45	»

---

1) Wie ich während der Drucklegung erfuhr, gelangte ich hier — auf wesentlich anderem Weg — zu Ergebnissen, die mit solchen von Weise gut vereinbar sind. Letzterer hat 1889 in seinen »Studien über den Schluss der Bestände und seine Einwirkung auf den Zuwachs« (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1889, S. 328) den Satz ausgesprochen, dass die herrschenden Stammklassen am gesamten Zuwachs des Bestandes mindestens mit dem Prozentsatz Anteil nehmen, mit dem sie am Massenvorrat bereits Anteil haben. Weitere Bestätigung für seinen Satz hat der Genannte neuestens in dem Aufsatz: »Plenterdurchforstung oder Hochwald in Fichten?« (Mündener forstliche Hefte 1893, S. 1 ff., besonders S. 28) gebracht. Auch Schwappach fand für Buche ähnliche Zuwachsverteilung in den vor kurzem erschienenen Ertragstafeln für die genannte Holzart. Ueber die endgiltige Formulierung des ersten Wuchsgesetzes müssen noch weitere Untersuchungen in Beständen verschiedener Altersstufen entscheiden, wie unter Ziffer 4 angedeutet werden wird.

Bei Tanne und Buche (nat. Verj.) auf	I.	Bonität	im	Alter	von	40/45	Jahren
	II.	»	»	»	»	50	»
	III.	»	»	»	»	55	»

3) Die etwaige Mehrerzeugung der stärksten Stammklassen tritt nicht gleich zu Beginn des Stangenholzalters ein, sondern erst nach der 2. oder 3. Durchforstung in der Nähe der Kulminationszeiten vom laufenden Gesamtmassenzuwachs und hauptsächlich bei der Fichte.

Bei Fichte gipfelt nach Schwappach [1]) in Süddeutschland

Der laufendjährl. Zuwachs der Gesamtmasse (Derbholz an Hauptbestand u. period. Abgang) auf	I.	Bonität	im	Alter	40,
	II.	»	»	»	45,
	III.	»	»	»	60.

Kurz vor diese Zeitpunkte fällt auch die Kulmination des laufendjährlichen Höhenzuwachses, nämlich ins Jahr 35 auf I., ins Jahr 40 auf II., ins Jahr 50 auf III. Bonität.

Nun haben wir die gedachte Mehrerzeugung bei Fichte gefunden auf I. und II. Bonität im Alter von 35—45 Jahren, durchschnittlich im Alter 40, so dass obiger Satz hinreichend begründet sein dürfte.

Bei den natürlich verjüngten Beständen von Tanne und Buche schiebt sich der Zeitpunkt beginnender Mehrerzeugung der stärksten Klassen weiter hinaus, wie auch die Kulmination vom laufend-jährlichen Zuwachs der Gesamtmasse (einschliesslich der bisherigen Durchforstungsmasse). Genaue Zahlen für jene Kulmination fehlen zur Zeit noch; in die betreffenden Positionen unserer Ertragstafeln für Tanne und Buche sind die Durchforstungserträge noch nicht einbezogen, doch kann, ohne weit zu fehlen, für die I. und II. Bonität die Altersstufe von 50—60 Jahren als die Zeit angenommen werden, in welcher die Mehrerzeugung auftritt, für die III. Bonität die Altersstufe 60—70.

Tritt nun an sich etwaige Mehrerzeugung der stärksten Klassen bei den letztgenannten Holzarten um durchschnittlich 10 Jahre

---

1) Schwappach, Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Berlin 1890. S. 56 ff.

später ein als bei Fichte, so scheint auch das Mass dieser Mehrerzeugung ein geringeres zu sein. Wir haben besonders in unseren Tannen-Versuchsbeständen durchschnittlich geringere Differenzen zwischen Massen- und Zuwachsanteil der stärksten Klassen als in den Fichtenbeständen. Die Kleinheit dieser Differenzen veranlasste mich daher zu einer Zeit, da ich die Fichte in dieser Richtung noch nicht hinreichend untersucht hatte, das 1. Wuchsgesetz ohne den Beisatz betreffend die Tendenz der Mehrerzeugung in den stärksten Stammklassen auszusprechen. Dieser Beisatz verschärft eigentlich das erste Wuchsgesetz, bezw. die Folgen desselben: das Uebergewicht der Massenproduktion in den stärksten Stammklassen, für dessen Nachweis das Wuchsgesetz den Ausgangspunkt bildete.

Ich glaube übrigens, dass auch in den Tannenbeständen die Fälle der Mehrerzeugung in den stärksten Klassen häufiger werden, wenn wir einmal Untersuchungen aus mehreren Wuchsperioden haben. Es liegen nur solche aus 1 Periode vor, da unsere Tannen-Versuchsbestände erst zum 2. Mal aufgenommen, vordem unter Umständen nicht genügend durchforstet worden sind.

Es liegt nahe, sich über die Gründe der Erscheinung, dass die besprochene Mehrerzeugung erst nach 2. oder 3. Durchforstung eintritt, Gedanken zu machen.

Jene Erscheinung dürfte mit zweierlei im Zusammenhang stehen:

a) Damit, dass die Zeit nach 2. bezw. 3. Durchforstung in die Nähe der Kulmination des Massenzuwachses fällt, in eine Periode, in welcher das Wachstum der Masse und ihrer Komponenten, Höhe und Stärke der Einzelstämme, am intensivsten, der Kampf um die Oberherrschaft zwischen den einzelnen Stammklassen am heftigsten, der Ausscheidungsprozess am lebhaftesten ist. Letzterer dezimiert die schwächeren Stammklassen bedeutend, so dass der Anteil der stärksten Stammklassen am Gesamtzuwachs ein wesentlich gesteigerter wird.

b) Damit, dass wahrscheinlich eine etwa im Alter 25 bis 35 (je nach Bonität) eingelegte Durchforstung erst 7—10

Jahre später, vielleicht nach weiterem Durchhieb, in den Zuwachsverhältnissen der stärksten Stammklassen voll zur Wirkung kommt. Den gedachten Zeitraum brauchen vielleicht die betreffenden Stammklassen, um ihr Wurzel- und Blattsystem so zu vermehren, dass sie die durch den 1. Durchhieb verbesserten Wuchsbedingungen, den erweiterten Standraum, entsprechend ausnützen können. In dieser Anschauung werde ich dadurch bestärkt, dass dieselbe Erscheinung der relativen Mehrerzeugung in den stärksten Klassen erst nach 2.—3. Durchforstung auch in stark durchforsteten Beständen (den C-Flächen) wahrzunehmen ist.

Wir ersehen hieraus, wie vorsichtig wir in unseren Schlüssen aus den Wuchsergebnissen kurzer Zeiträume sein müssen.

4) In den Beständen, in welchen Mehrerzeugung bei den stärksten Stammklassen vorhanden ist, findet sich die Proportionalität zwischen Massenanteil und Zuwachsanteil in den mittelstarken Stammklassen, während in den schwachen Stammklassen das Wuchsvermögen geringer ist.

In letztgenannten Klassen geht der Zuwachs der demnächst der Durchforstung anheimfallenden Stämme vielleicht schon von Mitte der Wuchsperiode an successive zurück, bleibt nahezu stehen. Gleichzeitig ergiebt sich dann die wachsende Mehrerzeugung der stärksten Klassen; 3—4 der letzteren gleichen das Mindererzeugnis von etwa 6—8 der schwächsten Klassen aus.

Diese Verhältnisse machen den Eindruck, als ob in einem Bestand jedes Jahr ein gewisses (dessen Wurzel- weiterhin Blattmenge entsprechendes) Quantum mineralischer Nährstoffe im Boden gelöst und von den einzelnen Stammklassen nach Massgabe ihrer Wurzelmengen bezw. nach dem Volumen der Einzelstämme aufgenommen würde. Im undurchforsteten oder leicht durchforsteten Bestand, in dem die Ausscheidung des Nebenbestandes der Natur überlassen wird, erfolgt deshalb der Zuwachs der einzelnen Stammklassen genau proportional deren Masse, bezw. der einzelnen Stämme nach ihrer Masse. Das disponible Nährstoffquantum wird entsprechend dem Volumen der Einzelstämme, das

deren Wurzelkraft oder, um mit Weber zu sprechen, deren Hubkraft bedingt, verteilt. Wird nun in den schwachen Stammklassen durchforstet, so wird eine grössere Zahl von Mitessern entfernt, es wird einerseits ein Nährstoffquantum von gewisser Grösse disponibel, andererseits weiterer Lichtraum. Die grösste Aufnahmefähigkeit für das disponible Nährstoffquantum haben nach dem Gesetz der Massenanziehung die stärksten Stammklassen, die dann zufolge reichlicherer Ernährung auch im Stand sind, ihre Kronen und Wurzeln zu vergrössern, den Lichtraum auszunützen, im Verlauf weiterer Jahre schwächere Nachbarstämme zu überwachsen, diesen indirekt weitere Nährstoffe zu entziehen. Die volle Wirksamkeit der stärksten Stammklassen in dieser Richtung entfaltet sich jedoch nicht gleich nach dem ersten stärkeren Durchhieb, sondern nach der oben ausgesprochenen Vermutung erst nach Verfluss einer gewissen Anzahl von Jahren und zu einer Zeit, da die Einzelstämme in Höhen- und Stärkenentwicklung ihre grösste Leistungsfähigkeit erreichen.

Die hier angestellten Erwägungen in Verbindung mit der Thatsache, dass in den Beständen mit Mehrerzeugung in den stärksten Stammklassen Proportionalität zwischen Massen- und Zuwachsanteil in den mittleren Klassen vorhanden, in den schwachen Klassen der Zuwachsanteil relativ geringer ist als der Massenanteil, weisen eigentlich darauf hin, dass im durchforsteten Bestand die Mehrerzeugung in den stärksten Stammklassen für eine bestimmte Altersstufe die Regel bilden könnte, bei Fichte mit einiger Sicherheit bildet.

In solchen Beständen hätten wir etwa folgende Phasen der Entwicklung: nach eingetretenem Schluss des Bestandes und nach erster Durchforstung Proportionalität zwischen Zuwachsleistung und Massenanteil der Stammklassen; von 2. Durchforstung an Mehrerzeugung in den stärksten Klassen und zwar in 3/5 derselben, wenn solche à 200 Stück pro ha gebildet werden. Die Zeit grösster Mehrerzeugung fällt ungefähr mit derjenigen der Kulmination des laufend-jährlichen Zuwachses der Gesamtmasse (ein-

schliesslich der Durchforstungserträge) zusammen. Von da ab nimmt jene Mehrerzeugung wieder ab, hört auf in gewissem Alter, so dass Proportionalität von Massenanteil und Zuwachsleistung der Stammklassen wiederhergestellt ist, ja es tritt sogar, wie die Wuchsverhältnisse einiger Bestände vermuten lassen, Verschiebung der Produktion zu Gunsten der schwächeren Stammklassen des Bestandes ein. Die stärksten Stämme haben dann gleichsam ihre Wuchsenergie erschöpft, werden in der Zuwachsleistung allmählich von den schwächeren Stämmen eingeholt.

Der hier skizzierte Entwicklungsgang des Massenzuwachses in den Stammklassen des Bestandes könnte sich namentlich dann als Regel ergeben, wenn wir von Jugend auf holzarten- und standortsgerecht behandelte Bestände einmal haben. Die Untersuchungen in dieser Hinsicht wären daher fortzusetzen. Erweisen sie den angedeuteten Entwicklungsgang thatsächlich als Regel, so wäre auch das aufgestellte Wuchsgesetz (Ziff. 1) entsprechend umzuformen. Es könnte folgendermassen gefasst werden:

Nach eingetretenem Schluss des Bestandes erfolgt der Schaftmassenzuwachs der Stammklassen proportional den Massenanteilen derselben, wird in der Zeit des grössten Massenzuwachses des Bestandes in den stärksten Stammklassen relativ grösser, dafür in den schwachen Klassen entsprechend kleiner, erreicht später wieder die Proportionalität in Beziehung auf die Massenanteile und verschiebt sich unter Umständen zuletzt zu Gunsten der schwächeren Stammklassen.

5) S o b a l d i m B e s t a n d d a s G e s e t z d e r P r o p o r t i o n a l i t ä t z w i s c h e n M a s s e u n d Z u w a c h s w i r k t, ä n d e r t s i c h d a s S t ä r k e n v e r h ä l t n i s d e r S t a m m k l a s s e n n i c h t m e h r w e s e n t l i c h, noch weniger, wenn Mehrerzeugung in den stärksten Klassen eintritt, vorausgesetzt natürlich, dass keine ausserordentlichen Eingriffe in den Bestand stattfinden.

Diese Thatsache hat zur Folge, dass wir in einer bestimmten Anzahl stärkster Stämme schon vom Zeitpunkt der Wirkung des Proportionalitätsgesetzes ab denjenigen Bestandesteil erblicken

dürfen, der am Schluss der Umtriebszeit noch vorhanden ist: den künftigen Haubarkeitsbestand. Die Zeit der Ausbildung des letzteren fällt somit in die oben unter Ziffer 2 für unsere Holzarten: Fichte, Tanne und Buche auf den 3 ersten Bonitäten aufgeführten Altersstufen.

Für Fichte auf I. Bonität kam ich s. Z. auf anderem Wege der Untersuchung zu demselben Zeitpunkt der Ausbildung des künftigen Haubarkeitsbestandes wie oben unter Ziffer 2 (vgl. meine »Waldbaulichen Forschungen etc.« S. 57).

Der künftige Haubarkeitsbestand, gegeben in einer gewissen Anzahl stärkster Stämme vom Zeitpunkt der Wirksamkeit des Wuchsgesetzes (Ziff. 1) bezw. dessen Modifikation (Ziff. 4 am Ende) ab, ist für die Erörterungen im II. Teil von besonderer Bedeutung, weshalb ich ihn im folgenden Kapitel des Näheren betrachten werde. Hier möchte ich nur noch hervorheben, dass die Thatsache der Ausbildung des Haubarkeitsbestandes auch äusserlich dadurch gegeben ist, dass Unterdrückung in diesem Teil des Bestandes nicht mehr vorkommt, eine Durchforstung, die auf Beseitigung der unterdrückten Hölzer abhebt, in denselben nicht eingreift.

6) Die Standortsgüte ist nicht nur auf den Zeitpunkt von wesentlichem Einfluss, in dem das aufgestellte Wuchsgesetz im Bestand zu wirken beginnt und der künftige Haubarkeitsbestand sich ausbildet, sondern auch auf die Stammzahl von Bestand und künftigem Haubarkeitsbestand.

Aus den neueren Ertragstafeln geht hervor, dass Stammzahl und Standortsgüte durch's ganze Bestandsleben im umgekehrten Verhältnis zu einander stehen, erstere mit Abnahme der letzteren zunimmt. Je geringer eben der Standort, desto weniger lebhaft ist das Jugendwachstum, desto später bilden sich entschieden vorwüchsige Individuen aus und diese in mässigeren Dimensionen, allerdings in grösserer Zahl. Letztere ist bedingt durch die Verlangsamung der Entwicklung in Verbindung mit den

kleinen Dimensionen der Stämme, so dass auf der gegebenen Flächeneinheit z. B. von 1 ha sich weit mehr Stämme zu erhalten vermögen als auf gutem Standort, die Beschirmung der Fläche durch grössere Stammzahl geleistet wird oder werden muss.

Um einen Einblick in diese Verhältnisse zu geben, teile ich hier die Stammzahlen von Fichte, Tanne und Buche auf 4 Bonitäten je für die Altersstufen 50, 100 und 120 mit. Die Zahlen sind den Ertragstafeln von Schwappach (Fichte in Süddeutschland), Schuberg (Tanne in Baden bei mittlerem Schlussgrad) und Baur (Buche in Württemberg) entnommen.

Die Stammzahlen des jeweiligen Hauptbestandes betragen pro ha:

		auf den Bonitäten			
		I	II	III	IV
im Alter 50	bei Fichte	1590	2610	3950	4920
	» Tanne	1880	2377	3034	4124
	» Buche	1940	2420	3000	4100
im Alter 100	bei Fichte	555	660	805	935
	» Tanne	569	621	750	942
	» Buche	640	680	840	960
im Alter 120	bei Fichte	465	540	635	—
	» Tanne	440	475	559	688
	» Buche	480	560	700	750

Aus diesen Zahlen geht einerseits die Zunahme der Stammzahl mit Abnahme der Bonität deutlich hervor, andererseits die Thatsache, dass mit wachsendem Alter die Stammzahlverminderung bei den geringeren Bonitäten eine relativ stärkere ist als bei den besseren, m. a. W., dass der Unterschied der Bonität in den Stammzahlen relativ um so grösser ist, je jünger der Bestand ist. Dies fällt bei Fichte am meisten auf.

Die Tabelle ermöglicht es auch, die einzelnen Holzarten in dieser Richtung zu vergleichen:

Fichte und Tanne haben im Alter 100 nur wenig abweichende Stammzahlen, ohne dass zwischen den einzelnen Bonitäten ein wesentlicher Unterschied stattfände. Dagegen ist das

Stammzahlverhältnis der beiden Holzarten in jüngerem Alter z. B. in dem von 50 Jahren verschieden. Auf I. Bonität hat die Tanne um rund 300 Stämme pro ha mehr als Fichte, auf den übrigen Bonitäten hat sie wesentlich weniger Stämme als die Fichte und zwar um so weniger, je geringer der Standort ist. Tanne hat auf II. Bonität um 230, auf III. um 910, auf IV. um 800, endlich auf V. Bonität um 1420 Stämme weniger als die Fichte.

Diese Erscheinung dürfte im verschiedenen Habitus der beiden Holzarten begründet sein. Die Tanne bildet ovale, mehr gewölbte Kronen mit grösserer Schirmfläche als die Fichte mit ihrem pyramidenförmigen Wuchs. Dieser Habitus der Tanne prägt sich um so mehr aus, je geringer der Standort ist; die Stämme werden sperrig und fordern grösseren Standraum als gleichaltrige Fichten. Die Wuchsverschiedenheit der beiden Holzarten wird jedoch mit zunehmendem Alter, wenn die Stammzahlen stark abgenommen haben, stets geringer, die Standraumgrössen der einzelnen Individuen nähern sich, so dass im Alter 100 der Unterschied der beiden Holzarten so unbedeutend geworden ist, wie erwähnt. Vielleicht hat zu diesem Verhältnis auch der Umstand beigetragen, dass die Fichtenalthölzer, deren Stammzahlen die mitgeteilten Durchschnittswerte geliefert haben, gerade wie die Tannenalthölzer, vorherrschend aus natürlicher Verjüngung hervorgegangen sind. Während bei den Althölzern beider Holzarten hienach gleiche Verjüngungsmethode und damit Aehnlichkeit in der Entwicklung vorläge, trifft dies für die jüngeren Bestände, deren Stammzahlen zu Berechnung von Durchschnittswerten benützt worden sind, nicht zu. Die jüngeren Normalbestände sind bei Fichte vorherrschend aus Pflanzung, bei Tanne aus natürlicher Verjüngung entstanden. Die künstliche Begründung des Bestandes bringt auf geringen Standorten vollkommenere, gleichmässigere Bestockung einer Fläche mit sich, der Raum wird mehr ausgenützt als bei natürlicher Verjüngung mit ihren Lücken. Daher die geringere Stammzahl der Tanne in mittlerem Alter; nebenbei wirkt dann noch der schon hervorgehobene Unterschied des Wuchses.

Die Buche, im Verjüngungsgang der Tanne am nächsten stehend, weist im Alter 100 nur wenig höhere Stammzahlen als diese auf. Dieses Verhältnis trifft auch fürs Alter 50 auf den 2 ersten Bonitäten zu, während auf den 2 weiteren Bonitäten die Stammzahl beider Holzarten nahezu gleich ist.

Wie schon oben angedeutet, gilt der Satz, je geringer der Standort, desto grösser die Stammzahl, wie für den ganzen Bestand, so auch insbesonders für den künftigen Haubarkeitsbestand. Es zeigen dies die mitgeteilten Zahlen für das 100- und 120jährige Alter.

Als Haubarkeitsalter nahm ich bei meinen Berechnungen für die untersuchten Holzarten gleichmässig das Jahr 100. Dies geschah einerseits im Interesse der leichteren Vergleichbarkeit der Holzarten, andererseits weil bei den natürlich zu verjüngenden Beständen von Tanne und Buche bis zu jenem Alter in der Regel der volle Bestandesschluss erhalten wird. An vielen Orten beginnt dann die Verjüngung und wird durch einen Lichtungshieb eingeleitet, der wohl meist in die stärksten Stammklassen eingreift. Die Zuwachsleistung im gelichteten Bestand lässt sich nicht mehr nach der Methode der Klassenbildung, vom stärksten Stamm ausgehend, untersuchen. Sowie der Hieb stärkste Stämme greift, müssen die stehen bleibenden für die Zwecke der Zuwachsuntersuchung numeriert werden.

Die Zahl der Haubarkeitsstämme setzte ich in Anlehnung an die Ertragstafelangaben, wie folgt, fest:

Es stocken pro ha auf den Bonitäten:

	I	II	III	
bei Fichte	560	660	800	Stämme
» Tanne	560	620	740	»
» Buche	640	680	840	»

Für diese Stammzahlen habe ich die unten folgenden Berechnungen ausgeführt. Zur Vereinfachung solcher lassen sich aber ganz gut bei Fichte und Tanne die 2 ersten Bonitäten mit

der gemeinsamen Stammzahl 600 zusammenfassen, bei Buche ebenso mit Stammzahl 650. Auf III. Bonität könnten wieder die Nadelhölzer mit Stammzahl 800 zusammengenommen, der Buche kann die Stammzahl 850 gegeben werden.

7) Den Schluss dieser Erörterungen muss die Untersuchung der Frage bilden: In welchem Mass beteiligen sich die Stammklassen oder Gruppen von solchen an Bestands-Masse und Zuwachs und zwar bei den einzelnen Holzarten, auf verschiedenen Standorten, mit fortschreitendem Alter? Hiebei handelt es sich darum, den durchschnittlichen Anteil von bestimmten Stammgruppen festzustellen.

Das bedeutende Uebergewicht der stärkeren Stammklassen in der Zuwachsleistung gegenüber den schwächeren ergiebt schon unser erstes Wuchsgesetz. Immerhin muss es interessieren, zahlenmässige Angaben über die durchschnittliche Anteilnahme der Stammklassen oder noch besser von Gruppen solcher zu haben.

Um gute Durchschnittswerte in dieser Richtung zu bekommen, ist begreiflicher Weise eine grössere Anzahl von Beständen zu untersuchen, als ich es gethan habe oder thun konnte. Meine Berechnungen sind nur für die oben ausgeschiedenen Musterbestände vollständig durchgeführt; für die übrigen Versuchsbestände habe ich jene Anteilnahme an Masse und Zuwachs des Bestandes bloss für den künftigen Haubarkeitsbestand, den für uns wichtigsten Teil des Bestandes, berechnet. Es geben jedoch auch die wenigen untersuchten Bestände schon einen ordentlichen Einblick in die Zahlengrössen der Produktion einzelner Bestandsteile, zumal wenn wir durch graphische Kombinierung der Zahlen uns weitere Gesichtspunkte zu eröffnen suchen.

Es fragt sich nun, welche Art von Gruppenbildung uns den besagten Einblick am besten verschafft? Ich nehme zunächst die stärkere Hälfte des Bestandes, weiterhin die Gruppe des künftigen Haubarkeitsbestandes, welche im nächsten Kapitel besonders betrachtet wird.

Für die stärkere Hälfte des Bestandes, die aller-

dings eine mit fortschreitendem Alter sich verändernde, kleiner werdende Grösse ist, ergeben sich in unseren Musterbeständen folgende Wuchsverhältnisse:

	Bonität	Bestand No.	Im Alter	Anteil an des Bestandes Masse	Zuwachs
Bei Fichte	Ia	1	30—37	75,1%	75,7%
	Ib	4	44—51	77,4 »	86,2 »
	II	5	30—35	82,4 »	84,5 »
			35—43	78,7 »	86,0 »
Bei Tanne	I	8	53—62	83,3 »	86,9 »
	II	9	36—45	84,1 »	88,2 »
	II	10	54—61	87,2 »	86,4 »
	II	11	72—81	75,7 »	78,8 »
	III	13	60—68	72,7 »	79,2 »
Bei Buche	II	15	62—70	71,5 »	71,8 »
			71—80	74,7 »	78,7 »
	III	16	45—54	85,4 »	88,4 »

Nach vorstehenden Zahlen erzeugte die stärkere Hälfte des Bestandes bei Fichte im 30/51jähr. Alter, bei Tanne im 36/81jähr. Alter ohne Unterschied der Bonität durchschnittlich 4/5 des Massenzuwachses, bei Buche im 45/50jähr. Alter mehr, im 62/80jähr. Alter weniger.

Für Fichte bestätigt sich somit das, was ich auf anderem Weg der Untersuchung für 33/41jähr. Bestände und einen 60/67-jähr. Bestand je auf I. Bonität, ferner für einen 70/81jähr. Bestand auf II. Bonität gefunden habe. (Vgl. meine Waldbaul. Forschungen etc. S. 46 ff.)

Ein Unterschied der Bonität macht sich in der Höhe des prozentualen Anteils der stärkeren Hälfte des Bestandes am Gesamtzuwachs nicht geltend. Derselbe kommt eben schon in den grösseren Stammzahlen der Bestände geringerer Bonität zum Ausdruck. So finden wir bei Tanne im 53/62jähr. Alter auf I. Bonität den Prozentsatz von 86,9, auf II. Bonität von 86,4, je für den Zuwachsanteil, also einen verschwindenden Unterschied.

In den Fällen, in welchen Bestände Mehrerzeugung in den

stärksten Stammklassen im Sinn des Zusatzes zum aufgestellten Wuchsgesetz aufweisen, übersteigt der Zuwachsanteil der stärkeren Hälfte des Bestandes den Durchschnittssatz von 4/5 unter Umständen namhaft. Z. B. in dem Bestand Postwies (Nr. 2, B-Fläche) beträgt der Zuwachsanteil des genannten Bestandesteils im 33/40jähr. Alter 82,9 %, im 40/45jähr. Alter 94,8 %.

Auch zwischen den einzelnen Holzarten scheint in der gedachten Richtung ein erheblicher Unterschied nicht zu bestehen, wenigstens nicht für die jeweils stärkere Hälfte des Bestandes, besonders nicht für die Holzarten gleichen oder ähnlichen Entwicklungsgangs, wie Tanne und Buche. So zeigen die Bestände Nr. 11 von Tanne und Nr. 15 von Buche (bei 3. Aufnahme) im gleichen Altersabschnitt (71/81 J.) denselben prozentualen Anteil der stärkeren Bestandeshälfte am Zuwachs.

4. Kapitel.

Der Wuchsgang des künftigen Haubarkeitsbestandes.

Bilden wir behufs Untersuchung der Massenerzeugung Gruppen gleicher Stammzahlen, vom stärksten Stamm ausgehend, in diesem Fall Gruppen der 600—800 stärksten Stämme pro ha (je nach Bonität), so hat dies zur Folge, dass mit fortschreitendem Alter und abnehmender Gesamtstammzahl der Anteil der Gruppe an Masse und Zuwachs stets wächst, bis die Gruppe den ganzen Bestand bildet. In welchem Grad nun jenes Wachsen stattfindet, ist die Frage, die uns hier beschäftigen muss, nachdem schon oben über den Zeitpunkt der Ausbildung des Haubarkeitsbestandes und die Stammzahl desselben bei den einzelnen Holzarten und auf verschiedenen Standorten entschieden wurde. Daselbst wurde auch erwähnt, dass für die Untersuchung der Wuchsleistung des künftigen Haubarkeitsbestandes sämtliche in Kap. 1 aufgeführten Versuchsbestände herangezogen wurden.

Für diese Bestände ist in der nachfolgenden Tabelle, getrennt nach Holzarten, Bonitäten und 3 Altersklassen, der Anteil des mutmasslich künftigen Haubarkeitsbestandes an Masse und

Zuwachs berechnet. Die Berechnung erfolgte nach Klassen von 200 Stück pro ha bezw. Teilbeträgen solcher, je nachdem es die Stammzahl des Haubarkeitsbestandes erforderte. Als Stammzahlen des letzteren sind für die einzelnen Holzarten und ihre Bonitäten die oben in Kap. 3 Ziff. 6 genannten genommen. Die Anteile an Masse und Zuwachs (Schaftmasse und -Zuwachs) sind in Prozenten von Gesamtmasse und -Zuwachs des Bestandes ausgedrückt. In besonderer Spalte ist noch die Differenz zwischen Massen- und Zuwachsanteil gebildet.

In die Tabelle wurden nicht nur die in mässigem Grad (B) durchforsteten Bestände bezw. Flächen aufgenommen, deren Wuchsergebnisse für die Untersuchungen im II. Teil dieser Schrift zunächst die Grundlage abzugeben haben, sondern aus Zweckmässigkeitsgründen auch die stark durchforsteten (im C-Grad) Flächen, welche für die spätere Erörterung erforderlich sind, jedoch hier schon zur Vergleichung herangezogen werden können (s. Tab. S. 66—69).

Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen lassen die Wuchsleistung der Haubarkeitsstämme in verschieden alten Beständen der einzelnen Holzarten und ihrer Standortsklassen einigermassen beurteilen, gewähren aber noch keinen Ueberblick über den durchschnittlichen Gang von Masse und Zuwachs mit steigendem Alter. Einen solchen erhalten wir erst, wenn wir die Zahlen der Tabellen für die einzelnen Bestände graphisch darstellen und sachgemäss interpolieren.

Die Kombinierung der prozentualen Massen- und Zuwachsanteile der Haubarkeitsstämme unserer Versuchsbestände lässt sich in folgender Weise bewirken. Auf der Abscissenachse eines Koordinatensystems tragen wir die Jahre, auf der Ordinatenachse die Prozentsätze der Massen- und Zuwachsanteile auf. Für jeden Versuchsbestand werden sodann die Prozentsätze der Anteile zur Zeit der einzelnen Berechnung bezw. Aufnahme auf der Ordinate des betreffenden Jahres markiert, wobei die Holzarten durch verschiedene Farben unterschieden werden, weiterhin werden die

Die Massen- und Zuwachs-Anteile des künftigen Haubarkeitsbestandes in den Versuchsbeständen.

(Die Anteile geschieden in Klassen à 200 Stück pro ha bezw. Teilbeträge solcher und ausgedrückt in Prozenten von Gesamtmasse und Gesamtzuwachs.)

Die Zuwachsanteile beziehen sich auf die Wuchsperiode zwischen 2 Durchforstungen.

Revier	Waldteil	Im Alter von	Massenanteil in Prozenten der Gesamtmasse von Klasse					Zuwachsanteil in Prozenten des Gesamtzuwachses von Klasse					Zuwachsanteil hat insgesamt		Bemerkungen
			I	II	III	IV	Summa	I	II	III	IV	Summa	+	—	
A. Die Fichte.															* bei den Zahlen bedeutet, dass die betr. Stammklasse nicht voll (= 200 St. pro ha) ist, sondern nur den Fehlbetrag zur Stammzahl des Haubarkeitsbestandes enthält. D in der Spalte »Im Alter von« giebt an, dass auf der betr. Linie
I. Bonität.															
Altersklasse 31/60 Jahre.															
Heiligkreuzthal	Kiesbuckel	30	15,4	10,9	7,9*	—	34,2								
		37	14,4	11,3	8,0	—	33,7	13,0	11,8	8,1	—	32,9	—	0,8	
		37 D	15,5	12,1	8,6	—	36,2								
Weingarten	Postwies Fläche B	33	18,9	13,5	9,1*	—	41,5								
		40	19,7	13,9	9,2*	—	42,8	21,2	14,5	9,4	—	45,1	2,3	—	
		40 D	20,7	14,6	9,7*	—	45,0								
		45	25,3	16,2	10,2*	—	51,7	38,3	20,6	11,7	—	70,6	18,9	—	
		45 D	27,1	17,3	10,9*	—	55,3								
»	Postwies Fläche C	34	20,3	13,8	9,4*	—	43,5								
		41	22,1	15,5	10,0*	—	47,6	25,1	18,3	11,1	—	54,5	6,9	—	
		41 D	22,5	15,7	10,2*	—	48,4								
		46	23,8	16,4	10,8*	—	51,0	28,0	18,4	12,7	—	59,1	8,1	—	
		46 D	25,8	17,8	11,7*	—	55,3								
Heiligkreuzthal	Grünriedle Fläche B	35	16,8	12,3	8,5*	—	37,6								
		42	18,0	13,2	9,1*	—	40,3	20,9	15,1	10,4	—	46,4	6,1	—	
		42 D	19,5	14,2	9,8*	—	43,5								

Heiligkreuzthal	Grünriedle Fläche C	35	19,3	12,9	8,7*	—	40,9									
		42	18,7	13,1	8,9*	—	40,7	17,8	13,6	9,3	—	40,7	—	—	die Massenanteile der Klassen *nach Entfernung des Durchforstungsholzes* berechnet sind.
		42 D	19,4	13,6	9,2*	—	42,2								
Sulzbach	Forst Fläche B	44	19,7	15,1	10,2*	—	45,0								
		51	21,7	15,8	10,3*	—	47,8	28,0	18,2	10,4	—	56,6	8,8	—	
		51 D	23,8	17,4	11,3*	—	52,5								
»	Forst Fläche C	44	24,3	17,7	11,6*	—	53,6								
		51	25,4	17,7	11,4*	—	54,5	28,5	18,1	10,9	—	57,5	3,0	—	
		51 D	26,5	18,5	14,5*	—	59,5								
II. Bonität.															
Altersklasse 31/60 Jahre															
Schrezheim	Schinderwies Fläche B	30	13,6	9,6	8,1	2,3*	33,6								
		35	12,7	9,3	7,9	2,4*	32,3	11,7	9.0	7,7	2,4	30,8	—	1,5	
		35 D	13,4	9,9	8,3	2,5*	34,1								
		43	15,3	10,8	9,1	2,5*	37,7	18,8	12,6	10,7	2,5	44,6	6,9	—	
		43 D	15,8	11,1	9,4	2,6*	38,9								
»	Schinderwies Fläche C	30	13,1	9,2	7,7	2,0*	32,0								
		35	13,0	9,1	7,5	2,0*	31,6	12,9	8,9	7,3	2,0	31,1	—	0,5	
		35 D	14,0	9,7	8,0	2,2*	33,9								
		43	16,1	11,2	9,1	3,0*	39,4	20,1	13,8	11,1	4,5	49,5	10,1	—	
		43 D	16,9	11,7	9,6	3,2*	41,4								
Altersklasse 61/90 Jahre															
Baindt	Kohlstättle	53	25,1	16,9	14,2	3,8*	60,0								
		60	26,7	18,2	14,3	3,7*	62,9	29,3	20,4	14,5	3,5	67,7	4,8	—	
		60 D	28,5	19,4	15,3	4,0*	67,2								
		67	30,8	19,9	15,4	4,0*	70,1	45,7	22,7	15,8	4,5	88,7	18,6	—	
		77 D	32,2	20,9	16,1	4,2*	73,4								
Krailsheim	Hellenbühl	70	30,7	20,0	14,9	3,9*	69,5								
		81	29,7	19,9	15,1	3,9*	68,6	25,3	19,2	15,8	3,9	64,2	—	4,4	
		81 D	32,1	21,4	16,2	4,2*	73,9								

Revier	Waldteil	Im Alter von	Massenanteil in Prozenten der Gesamtmasse von Klasse					Zuwachsanteil in Prozenten des Gesamtzuwachses von Klasse					Zuwachsanteil hat insgesamt		Bemerkungen
			I	II	III	IV	Summa	I	II	III	IV	Summa	+	—	
B. Die Tanne.															
I. Bonität															
Altersklasse 31/60 Jahre															
Herrenalb	Lang-jörgenteich	53	37,2	16,6	10,1*	—	63,9								
		62	35,8	18,5	10,5*	—	64,8	32,7	21,7	11,3	—	65,7	0,9	—	
		62 D	40,1	20,7	11,2*	—	72,0								
II. Bonität.															
Altersklasse 31/60 Jahre															
Schwann	Bildstöckle	36	23,4	14,0	10,3	0,9*	48,6								
		45	26,4	15,4	11,7	1,0*	54,5	26,4	15,4	11,7	1,0	54,5	—	—	
		45 D	28,0	16,6	12,4	1,1*	58,1								
Schönmünzach	Stossgrund	54	37,7	17,2	11,7	1,0*	67,6								
		61	33,7	19,0	12,5	1,0*	66,2	24,4	22,8	14,4	1,0	62,6	—	3,6	
		61 D	34,8	19,6	13,0	1,0*	68,4								
Altersklasse 61/90 Jahre															
Langenbrand	Erzwasch Fl. 1	72	34,2	23,1	17,8	1,5*	76,6								
		81	35,8	23,0	17,2	1,5*	77,5	40,0	22,8	16,0	1,4	80,2	2,7	—	
		81 D	37,3	24,0	18,0	1,6*	80,9								
III. Bonität.															
Altersklasse 31/60 Jahre															
Aalen	Jägersteig	44	19,1	13,2	10,8	6,4*	49,5								
		52	21,1	14,0	11,2	6,7*	53,0	23,7	15,2	11,8	7,2	57,9	4,9	—	
		52 D	24,0	15,9	12,7	7,5*	60,1								

Altersklasse 61/90 Jahre																
Langenbrand	Hummel-rain	60	23,3	14,7	11,5	7,1*		56,6								
		68	23,4	15,4	12,0	7,4*		58,2	23,8	18,5	14,1	8,5		64,9	6,7	—
		68 D	27,3	18,0	13,9	8,4*		67,6								
Altersklasse 91/120 Jahre																
Balingen	Bronn-haupter Hardt 1.	88	25,3	18,5	15,2	8,9*		67,9								
		96	25,6	18,6	15,4	9,1*		68,7	26,6	18,7	15,7	9,6		70,6	1,9	—
		96 D	26,9	19,5	16,2	9,5*		72,1								
C. Die Buche.																
II. Bonität.																
Altersklasse 61/90 Jahre																
Pfronstetten	Kohlwald 2 C	62	33,9	21,3	16,4	5,8*		77,4								
		70	33,7	21,3	16,6	5,6*		77,2	33,4	21,4	17,0	4,9		76,7	—	0,5
		70 D	34,9	22,1	17,1	5,7*		79,8								
		78	34,6	23,0	17,7	6,0*		81,3	33,9	25,2	19,6	6,6		85,3	4,0	—
		78 D	38,7	25,5	19,4	6,3*		89,9								
III. Bonität.																
Altersklasse 31/60 Jahre			I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V			
Mochenthal	Petershau 2 B	45	21,9	12,4	9,3	7,4	1,2*	52,2								
		54	19,5	11,8	9,4	7,9	1,3*	49,9	17,3	11,1	9,5	8,4	1,5	47,8	—	2,1
		54 D	23,3	14,0	11,1	9,3	3,1*	60,8								
»	Petershau 3 C	45	22,5	13,7	10,2	8,6	1,4*	56,4								
		54	21,9	13,1	9,5	8,5	1,6*	54,6	21,1	12,4	8,6	8,5	1,8	52,4	—	2,2
		54 D	27,2	16,2	12,5	10,3	2,0*	68,2								
Pflummern	Frauenholz Fl. 1 A	57	16,9	11,0	8,9	8,3	1,6*	46,7								
		66	18,0	12,2	9,4	8,4	1,4*	49,4	21,1	15,9	10,9	8,8	0,6	57,3	7,9	—
		66 D	19,8	13,5	10,4	9,2	1,5*	54,4								
»	Frauenholz Fl. 2 B	54	17,2	12,6	10,4	8,6	1,5*	50,3								
		63	19,6	14,2	11,1	9,0	1,5*	55,4	28,9	20,7	13,6	10,7	1,8	75,7	20,3	—
		63 D	23,8	17,2	13,3	10,8	1,9*	67,0								

Marken desselben Bestandes gradlinig verbunden. Man erhält so für einen 2- oder mehrmals (periodisch) aufgenommenen Bestand den Gang der prozentualen Anteile des Haubarkeitsbestands an Gesamt-Masse oder -Zuwachs in der betreffenden Wuchsperiode. Wird so für sämtliche Versuchsbestände der Gang der Massen- oder Zuwachsanteile in der Aufnahmeperiode dargestellt, so lassen sich für die Bestände gleicher Bonität Mittellinien ziehen, welche uns Durchschnittssätze für jene Anteile und die einzelnen Altersstufen liefern.

Dieses Verfahren habe ich hinsichtlich der Massenanteile der künftigen Haubarkeitsstämme für die einzelnen Holzarten und Bonitäten angewendet. Die Massenanteile habe ich gewählt, weil diese gleichsam das Minimum des Zuwachses darstellen und einen regelmässigeren Verlauf als die Zuwachsanteile zeigen. Die letzteren dürfen in der Regel grösser angenommen werden, zumal in den Jahren stärksten Höhen- und Massenwachstums.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung will ich nun nicht ausführlich durch Angabe der den verschiedenen Altersstufen zukommenden Massenanteile für jede Holzart und Standortsgüte mitteilen. Wer sich dafür interessiert, kann die Zahlen der Tabelle mit Leichtigkeit graphisch darstellen und interpolieren. Ich glaube, ein genügendes Bild von den durchschnittlichen Massenanteilen und damit auch Wuchsleistungen dadurch liefern zu können, dass ich die Zeitpunkte hervorhebe, in denen dem Haubarkeitsbestand die Hälfte der Schaftmasse, weiterhin dreiviertel derselben zukommt, und beifüge, welche Quote jener Bestand von der Gesamtstammzahl zu gleicher Zeit bildet. Das Verhältnis der Stammzahl der Haubarkeitsstämme zu derjenigen des ganzen Bestandes beleuchtet die Wuchsleistung des ersteren Bestandesteils ganz gut. Die Bestandsstammzahlen wurden den Ertragstafeln entnommen, da die Stammzahlen der Versuchsbestände zur Bildung eines Durchschnittswertes nicht hinreichten.

Wir bekommen folgende Uebersicht:

Holzart	Bonität	Anteil der Haubarkeitsstämme an der Schaftmasse des Bestandes von			
		1/2		3/4	
		im Alter von Jahren	mit Prozenten der Gesamt-Stammzahl	im Alter von Jahren	mit Prozenten der Gesamt-Stammzahl
Fichte	Ia	42	35	69	62
	Ib	48	32	75	65
	II	52	28	80	70
	III	60	30	88	75
Tanne	I	42	21	66	48
	II	50	26	72	56
	III	55	30	77	53
Buche	I	45	25	59	49
	II	53	32	68	58
	III	58	40	77	72

Aus den Zahlen, die ich jedoch, insbesonders für Buche, als vorläufige betrachtet wissen möchte, lässt sich zunächst im Allgemeinen folgern, dass naturgemäss bei sämtlichen Holzarten von den Haubarkeitsstämmen die Schaftmassenanteile von 1/2 oder 3/4 um so später erreicht werden, je geringer die Bonität ist. Es hängt dies mit den von der Bonität abhängigen Zeitpunkten der Ausbildung des Haubarkeitsbestandes zusammen.

Was die absoluten Zahlengrössen betrifft, so könnte für Fichte eine Vergleichung mit den von Schwappach [1]) gegebenen Zahlen in Frage kommen. Diese beziehen sich jedoch auf einen 120jährigen Abtriebsbestand und dessen Stammzahl, die auf den 3 ersten Bonitäten um 100 und mehr Stämme (pro ha) geringer ist als die Stammzahl des 100jährigen Alters. Ein direkter Vergleich der beiderseitigen Zahlen geht somit nicht, doch scheint mir der Satz Schwappach's: »die Stämme des Abtriebsbestandes produzieren demnach bei der Fichte, ebenso wie bei der Kiefer, vom 50. bis zum 120. Jahr 85 bis 90% der Gesamtmasse, sämtliche

1) Schwappach, Wachstum und Ertrag normaler Fichtenbestände. Berlin 1890. S. 84 ff.

übrigen Stämme dagegen nur etwa 14 % « zu allgemein gefasst zu sein. Bonität und Altersstufe des Bestandes spielen auch immerhin eine Rolle in diesen Verhältnissen. Das Verfahren des Genannten [1] (Berechnung der Wuchsleistungen des Abtriebsbestandes mit Hilfe von Mittelstämmen, deren Kreisfläche aus den Kluppheften, Höhe durch Interpolation der Stammklassenhöhen, Formzahl als Baumformzahl des Versuchsbestandes bestimmt worden ist) dünkt mir überhaupt zu summarisch, als dass Schlüsse von so grosser waldbaulicher Bedeutung aus den erhaltenen Zahlen gezogen werden könnten. Hier müssen exakte Untersuchungen an durch eine Reihe von Jahren beobachteten bezw. an wiederholt aufgenommenen Beständen eintreten, wobei ich übrigens nicht bestreiten will, dass Schwappach auf dem betretenen Weg vorläufig ordentlich brauchbare Aufschlüsse über die Produktion der stärksten Stämme des Bestandes gewonnen habe.

Bezüglich der Stammzahlen, welche die Hälfte bezw. ³/₄ der Schaftmasse bilden, ist zu bemerken:

Bei Fichte machen die Haubarkeitsstämme, welche ¹/₂ der Schaftmasse produziert haben, durchschnittlich das obere Drittel der Bestandes-Stammzahl aus; dieselben erzeugen sodann als das obere zwei Drittel bis drei Viertel ³/₄ der Schaftmasse.

Bei Tanne wird ¹/₂ der Schaftmasse durchschnittlich vom oberen ¹/₄ der Gesamtstammzahl, ³/₄ der Schaftmasse von etwas über der oberen Hälfte der Stammzahl erzeugt.

Bei Buche ist das Verhältnis: ¹/₂ der Schaftmasse kommt dem oberen ¹/₄—¹/₃ der Stammzahl zu, ³/₄ der Schaftmasse dem oberen ¹/₂—²/₃ der Stammzahl.

Um einen allgemeinen Anhaltspunkt fürs Gedächtnis zu bekommen hinsichtlich der Anteilnahme des Abtriebsbestandes an der Gesamtmasse des Bestandes mit fortschreitendem Alter, kann der Satz aufgestellt werden:

Auf mittleren Bonitäten (II—III) beteiligt sich

1) Schwappach, Wachstum und Ertrag normaler Kiefernbestände in der norddeutschen Tiefebene. Berlin 1889. S. 48 ff.

der künftige Haubarkeitsbestand mit wachsendem Alter mit einem seiner jeweiligen Altersziffer entsprechenden Prozentsatz an der Schaftmasse des ganzen Bestandes, auf besserer Bonität mit einem um 5—10% höheren, auf geringerer Bonität mit ebensoviel niedrigerem Prozentsatz, als die Anzahl seiner Jahre beträgt.

Dieser Satz lässt sich der Tabelle ohne Weiteres entnehmen. Hinsichtlich der Zuwachsbeteiligung der Haubarkeitsstämme kann dann jener Prozentsatz der Massenanteile, wie schon früher gesagt, als das Minimum angesehen werden.

Schliesslich habe ich noch auf einen durchgreifenden Unterschied zwischen den Holzarten im jüngeren Alter (von unter 60 Jahren) aufmerksam zu machen. Derselbe betrifft die Zeitpunkte des Bestandslebens, in denen die Hälfte der Schaftmasse den Haubarkeitsstämmen zukommt. Bei der Fichte erreichen diese Haubarkeitsstämme jene Quote der Schaftmasse des Bestandes 15—18 Jahre später, als jener stärkste Bestandsteil zur Ausscheidung gekommen ist. Bei Tanne und Buche dagegen bilden die Haubarkeitsstämme gleich im ungefähren Zeitpunkt ihrer Ausscheidung die Hälfte der Schaftmasse. Mit anderen Worten: die 3 Holzarten erreichen mit ihren Haubarkeitsstämmen fast zu gleicher Zeit die Hälfte der Schaftmasse, obgleich bei Fichte die Ausscheidung jener Stämme 15—18 Jahre früher stattgefunden hat als bei Tanne und Buche.

Die Gründe dieser Erscheinung werden in der verschiedenen Verjüngungsweise der Bestände bei den 2 Holzartengruppen zu suchen sein, etwas wird aber auch die grössere Vollholzigkeit der Tanne und Buche im jüngeren Alter mitwirken.

Bei Fichte haben wir es mit Pflanzbeständen, bei Tanne und Buche mit natürlich verjüngten Beständen zu thun. Die Verschiedenheit in der Begründungsweise bedingt es, dass bei Fichte mit ihrer regelmässigen Stammverteilung im Pflanzbestand auch die mittleren Stammklassen sich bis zu gewisser Altersstufe lebhaft entwickeln, während bei Tanne und Buche mit der mehr horstweisen Stellung

der Jungwüchse dies nicht der Fall ist, der Zuwachs sich mehr in den vorwüchsigen Stämmen der Horste konzentriert. Im Fichtenbestand ist somit im jüngeren Alter keine grosse Differenz in den Dimensionen der mittelstarken und stärksten Stämme vorhanden, so dass eine bestimmte Anzahl der letzteren keinen zu hohen Prozentsatz im Vergleich zur selben Anzahl mittelstarker Stämme in Anspruch nimmt. Die Differenz wird erst fühlbar, wenn der Bestand in Kronenschluss gelangt.

Bei Tanne und Buche dagegen, deren Bestände bei uns meist aus langsamer natürlicher Verjüngung hervorgegangen sind, ist der Abstand zwischen mittleren und stärksten Stammklassen in Masse und Zuwachs wesentlich grösser. Die stärksten Klassen sind die weitaus vorherrschenden Stämme der Horste, die in Nachhiebsstellung nahezu vollen Lichtgenuss haben; sie werden umgeben von den zahlreichen, sich drängenden Stämmchen der mittleren und schwachen Klassen, die, in stärkerem Druck des Mutterbestandes erwachsen, im Zuwachs oft Jahre lang nahezu stehen bleiben. Ueberdies bestehen die stärksten Stämme zu einem Teil aus eigentlichen Vorwüchsen, deren Anteil an Masse und Zuwachs denjenigen der schwächeren Stämme sehr drückt.

Wird nun in den natürlich verjüngten Beständen der Oberbestand entfernt, der Jungwuchs in seinen schwächeren Partieen durch die Fällungen, das Freihauen gut entwickelter Horste u. s. w. dezimiert, so haben die stärksten Stämme einen relativ grösseren Schaftmassenanteil als eine gleiche Anzahl derselben im Fichtenpflanzbestand, absorbieren dementsprechend vom Gesamtzuwachs um so mehr, wobei die plötzliche Freistellung des Jungwuchses erhöhend einwirkt.

Durch diese Verhältnisse wird eigentlich der Unterschied, den künstliche und natürliche Verjüngung im Bestandswachstum bringen und der vielfach als bedeutend angenommen wird, wesentlich herabgedrückt, wenn auch nicht ganz ausgeglichen. Die frühzeitige Häufung des Zuwachses in den stärksten Stämmen der natürlichen Verjüngung hat zur Folge, dass diese Stämme vermöge ihres An-

teils an der Bestandsmasse nach der Freistellung bald im Wachstum das nachgeholt haben, was sie im Druck des Mutterbestandes nicht leisten konnten.

Hieraus erklärt sich auch die Thatsache, dass die Tanne vom 60. Jahr an oder etwas später sich in der Massenerzeugung der Fichte stets nähert. Der Unterschied, den die Verjüngungsweise brachte, ist in der 2. Hälfte des Bestandslebens annähernd ausgeglichen; es ergiebt sich jene Wuchsverwandtschaft zwischen beiden Holzarten, auf die ich gelegentlich[1]) schon aufmerksam gemacht habe. Jene Wuchsverwandtschaft macht sich um so früher geltend, je besser der Standort beider Holzarten ist, dauert am längsten auf mittleren Standorten. Die Dauer der Verjüngungszeit der Tanne spielt hierbei natürlich eine Rolle; je kürzer dieselbe, desto früher eilt die Tanne der gepflanzten Fichte nach. Uebrigens steht ja die Dauer der Verjüngung ihrerseits mit der Standortsgüte wieder in naher Beziehung.

Aus dem Vorstehenden wird es uns weiter erklärlich, warum, wie aus unseren graphischen Auftragungen besonders ersichtlich, die Wuchsleistung der stärksten Stammklassen in der Altersstufe von 35—55 Jahren bei Tanne und Buche auf II. Bonität gleich steht derjenigen bei Fichte auf I. Bonität, bei ersteren Holzarten auf III. Bonität gleich den Wuchsleistungen der Fichte auf II. Bonität. Die Wuchsenergie der natürlich verjüngten Schatthölzer ist in den stärksten Stammklassen relativ grösser wie bei der als Lichtholzart kultivierten Fichte.

An der Mehrleistung der Schatthölzer, insbesonders bei der Tanne, dürfte auch die grössere Vollholzigkeit der Einzelstämme beteiligt sein. Bei dem langsamen Jugendwachstum im Druck des Mutterbestandes bilden sich höhere Formzahlen aus als im Freistand. Die Form der gewölbten Krone bei Tanne und Buche kommt gleichfalls der Formbildung zu Gute.

Eine für die Praxis wichtige Frage ist endlich die, ob die

1) Vgl. meine Besprechung der Schuberg'schen Ertragstafel für die Weisstanne in A. Forst- u. Jagdztg. 1889, S. 413.

Stämme, welche von gewissem Alter ab als die so und so viel stärksten im Kluppheft berechnet werden konnten und welche als der mutmassliche künftige Haubarkeitsbestand angesprochen wurden, thatsächlich im Bestand gleichförmige Verteilung haben, so dass wir sie für die Zwecke der Wirtschaft als Zukunftsbestand des Haubarkeitsalters betrachten dürfen. Die Erörterung dieser Frage hängt jedoch so nahe mit derjenigen der Durchforstungsfrage zusammen, dass ich dieselbe auf den 2. Teil der Schrift verschieben will. Hier möchte ich nur mitteilen, dass die Frage zu bejahen ist, besonders dann, wenn die ersten Durchforstungen, die schon vor definitiver Ausprägung der Haubarkeitsstämme geführt worden sind, für einigermassen gleichmässige Bestandsstellung gesorgt haben.

5. Kapitel.

Der Wuchsgang von Masse und Massekomponenten beim Einzelstamm.

Um den Wuchsgang des Einzelstammes im Bestand zu verfolgen, betrachte ich denselben in erster Linie nach seiner Schaftmasse, die Veränderungen dieser mit steigendem Durchmesser im gleichen Zeitpunkt und mit zunehmendem Alter, sodann betrachte ich den Einzelstamm nach den Massekomponenten Formhöhe und Formzahl bezw. die Veränderungen dieser nach der Stammstärke für den gleichen und für verschiedene Zeitpunkte. Wie für die bisherigen Untersuchungen benütze ich auch hier die mässig durchforsteten Flächen von unseren Versuchsbeständen.

1. Die Schaftmasse des Einzelstammes.

Schon im vorigen Abschnitt (Kap. 1, Ziff. 2,) wurde hervorgehoben, dass einem Bestand in jeder Altersstufe seine besondere Massenkurve zukomme und dass dieselbe nur für die Stämme des jeweiligen Hauptbestandes gelte. Der unterdrückte Nebenbestand hat seine eigene Kurve.

Wir hätten daher bei Besprechung des Schaftmassenverhältnisses der Einzelstämme im Bestand stets von besimmtem Zeit-

punkt, demjenigen einer Bestandsaufnahme, auszugehen, ferner fasse ich nur den Hauptbestand ins Auge. Bei unseren Holzarten liess sich folgendes feststellen:

a) Für den Zeitpunkt einer Bestandsaufnahme:

α) Mit zunehmendem Brusthöhen-Durchmesser steigt die Schaftmasse des Einzelstamms. Das Ansteigen findet in den schwachen Stärkestufen langsam, dann mit wachsendem Durchmesser stets rascher statt, so dass sich die Massenkurve als konkave Kurve darstellt im Gegensatz zur Höhenkurve, die konvexen Verlauf zeigt. Der Grad der Kurvenwölbung ist bei den einzelnen Holzarten und auf den Standortsgüten verschieden. Im allgemeinen steigt die Kurve bei Fichte im Pflanzbestand steiler an, als bei den natürlich verjüngten Beständen von Tanne und Buche, (bei letzterer übrigens wesentlich weniger steil als bei den Nadelhölzern), ebenso auf gutem Standort steiler als auf geringem. Dass aber auch innerhalb derselben Holzart und gleicher Standortsgüte noch Verschiedenheiten vorkommen, geht schon aus der Beschränkung der Massenkurve auf den einzelnen Bestand und ein bestimmtes Alter derselben hervor.

β) Die Massenkurve eines Bestandes zu gegebener Zeit kann der Massentafel-Kurve gleich sein, über oder unter ihr stehen. Meist lässt sich ein Abstand zwischen der konkreten Massenkurve und der Tafelkurve mit ihren Durchschnittswerten (speziell Formzahlen) wahrnehmen, woraus dann auf die Verwendbarkeit der Tafeln für örtliche Verhältnisse geschlossen werden kann. Es macht sich hier der Unterschied zwischen Lokalformzahl und Durchschnittsformzahl für ein weites Gebiet geltend, worauf ich unten zurückkomme.

b) Mit zunehmendem Alter verändert sich die Lagerung der Kurve und es fragt sich, wie gestaltet sich diese Veränderung für verschiedene Zeitpunkte des Bestandslebens?

Schon früher habe ich die Verschiebungen der Kurve angedeutet: Im Stangenholzalter lagert sich die Kurve des höheren Alters stets über derjenigen des jüngeren Alters; es besteht ziem-

lich regelmässiger Abstand zwischen den Kurven zweier, um 5—10 Jahre verschiedener Bestandsaufnahmen, der sich mit zunehmendem Durchmesser erweitert. Im Baumholzalter wird jener Abstand der Kurven kleiner, verschwindet, ja die Kurve des höheren Alters sinkt sogar unter die Kurve der vorausgegangenen Aufnahme der jüngeren Altersstufe, wenn auch das Sinken ein mässiges genannt werden muss.

Z. B. Im Bestd. No 6 (Kohlstättle) legt sich die Kurve des 60jährigen Bestandes noch über diejenige des 53jährigen, so dass bei 25 cm starken Stämmen eine Differenz der Schaftmassen von 0,070 Fm ist; im 67jährigen Alter ist die Massenkurve unter diejenige des 60jährigen gesunken, so dass die 25 cm-Stämme um 0,025 Fm weniger Schaftmasse haben.

Die Grösse des Abstands zwischen den Kurven zweier Aufnahmen hängt von Holzart und Standortsgüte ab, ebenso der Zeitpunkt, in welchem die Massenkurve sich gleichbleibt oder unter diejenige der jüngeren Altersstufe gesunken ist. Je intensiver das Wachstum der Schäfte eines Bestandes, desto grösser die bewussten Abstände, desto später tritt die Zeit des Verbleibens der Kurve in gleicher Höhe oder der Verschiebung nach unten ein. Bei den Nadelhölzern sind die Veränderungen gleich langer Wuchsperioden erheblich grösser als bei den Laubhölzern, speziell der Buche, je jüngere Altersstufen vorausgesetzt.

Aus dem Gesagten geht der Satz hervor, dass die Schaftmassengehalte von Stämmen gleicher Brusthöhenstärke nicht nur von der Holzart, sondern auch von der Standortsgüte und dem Alter wesentlich abhängen, besonders in jüngerem Alter.

Hieraus folgt, dass bei Aufstellung genauer Massentafeln, z. B. von Lokalmassentafeln, in ganz anderem Masse als bisher der Standortsgüte und dem Alter Rechnung zu tragen ist, jedenfalls wenn auch für mittelalte Bestände (bei Fichte unter 60jährige, bei Tanne und Buche unter 70—80jährige Bestände) die Tafeln Geltung haben sollen. In höherem Alter sind ja die Veränderungen der Massenkurve gering, kann eher mit weiteren Altersstufen operiert

werden; aber es sollte auch hier auf Ausscheidung von Bonitäten nicht verzichtet werden. Die zu einem Durchschnittswert zusammenwirkenden Zahlen werden so in viel engeren Grenzen sich bewegen.

Allerdings ist ja bei Aufstellung von Massentafeln nach gewöhnlicher Methode die Bonität insofern berücksichtigt, als die Zahlen nicht nur nach der Stärke in Brusthöhe, sondern auch nach der Scheitelhöhe geordnet sind, die ja ein Weiser der Bonität meistens ist. Aber noch richtiger dürfte es sein, der Formhöhe Rechnung zu tragen, was bei Ausscheidung von Bonitäten und Altersstufen der Fall ist.

Um Lokalmassentafeln aufzustellen, bieten die Massenkurven der Versuchsbestände ein wertvolles Hilfsmittel dar. Einerseits liefern dieselben für den betreffenden Standort und die Altersstufe schon Durchschnittswerte für die Schaftmassen der Stärkestufen, so dass wenige Bestände für brauchbare Zahlen auf demselben Standort erforderlich sind, andererseits erhalten wir die Massentafeln auf direktem Weg, nicht durch Berechnung mit Hilfe der Formzahlen.

Nebenbei könnten, um noch sicherer zu gehen, auch die Höhen berücksichtigt werden, die an sich schon für die Bonitierung eines konkreten Bestandes dienen müssen. Die Standortsgüten eines Reviers sind übrigens dem ortskundigen Wirtschafter hinsichtlich ihrer Verteilung und annähernden Ausdehnung meistens bekannt, so dass eine Einschätzung der Standortsgüte nach der Bestandshöhe vielfach umgangen werden kann.

Als Beleg für vorstehende Ausführungen nach verschiedenen Seiten hin möge nachstehende Zusammenstellung für unsere Fichtenbestände I. und II. Bonität (Nr. 2—5) von unter 50 Jahren dienen. In derselben sind die Schaftmassen pro Stamm der Stärkestufen: 15, 20, 25, 30 cm für die einzelnen Altersstufen der Aufnahmen vorgetragen, weiterhin habe ich die durch Interpolation gefundenen Werte fürs Alter 42 für die Versuchsbestände zusammengestellt.

Bonität	Bestand No.	Alter Jahre	In den Stärkestufen von cm			
			15	20	25	30
			betrug die Schaftmasse pro Stamm: Festmeter			
I	2	33	0,124	0,247	0,417	—
		40	0,157	0,291	0,474	0,700
		45	0,170	0,344	0,600	0,900
I	3	35	0,141	0,258	0,420	—
		42	0,160	0,315	0,532	—
I	4	44	0,163	0,325	0,545	0,790
		51	0,185	0,363	0,617	0,947
II	5	30	0,096	—	—	—
		35	0,116	0,216	—	—
		43	0,139	0,280	—	—

Fürs Jahr 42 berechnen sich für die einzelnen Bestände nachstehende Zahlen:

Bonität No.	Bestand No.	Schaftmassen der Stämme in den Stärkestufen von cm		
		15	20	25
I	2	0,162	0,315	0,537
	3	0,160	0,315	0,532
	4	0,156	0,310	0,521
		durchschnittl. 0,159	0,313	0,530
II	5	0,133	0,268	—

Die mitgeteilten Zahlen dürften lehrreich sein, sowohl was die Abhängigkeit der Schaftmassengehalte von Standortsgüte und Alter betrifft, als hinsichtlich der Behauptung, dass sich diese Massengehalte für verschiedene Bestände auf gleichem Standort in engen Grenzen für ein bestimmtes Alter bewegen. Es sind ja nur wenige Tausendel Festmeter, um welche auf I. Bonität die Massengehalte der einzelnen Stärkestufen bei den 3 Beständen differieren.

In Württemberg dürfte es keine Schwierigkeit haben, mit Hilfe der zahlreichen Versuchsbestände, z. B. für Fichte, in Zeitkürze Lokalmassentafeln für die einzelnen Gebiete: Oberschwaben, Jagstkreis und Schwarzwald zu konstruieren. Hiefür wäre nur notwendig, aus den Massen der Probestämme, die früher gefällt

worden sind, für die einzelnen Aufnahmen der Bestände nachträglich Massenkurven zu entwerfen, für die einzelnen Bonitäten und Altersstufen von 10 : 10 oder 20 : 20 Jahren die Zahlenwerte der Stärkenstufen zusammenzustellen und Durchschnittswerte für letztere zu berechnen. Ich glaube, es wären für brauchbare Zahlen nicht einmal sämtliche Versuchsbestände erforderlich, möglicherweise ganz wenige, da die einzelne Massenkurve uns schon Durchschnittswerte liefert.

Geben uns die Massenkurven zweier Bestandsaufnahmen an, wie gross die Massen pro Stamm der gleichen Stärkestufen in verschiedenem Alter sind, so erhalten wir zunächst keinen Aufschluss darüber, welchen Zuwachs der Einzelstamm in einer bestimmten Wuchsperiode, sei es an Schaftmasse, sei es an Brusthöhenstärke, weiterhin an Höhe, Formhöhe, Formzahl gehabt hat.

Einen zuverlässigen Massstab hiefür schaffen wir, wenn wir Mittelstämme der Stammklassen, des Haubarkeitsbestands, des ganzen Bestandes berechnen und deren Dimensionen mit Hilfe von Massenkurve, Höhenkurve etc. für je 2 benachbarte Aufnahmen eines Bestandes bestimmen. Hiebei ist die Frage von Bedeutung, wie bestimmt man den Mittelstamm? Dieser Frage habe ich eine besondere Untersuchung gewidmet, die im folgenden Abschnitt 3 enthalten ist. Von den Ergebnissen führe ich hier schon an, dass ich als Mittelstamm von Bestand oder Teilen eines solchen den Stamm mittlerer Schaftmasse, berechnet aus dem Quotienten: $\frac{\text{Masse}}{\text{Stammzahl}}$, verstehe und dass dieser Stamm für den Bestand annähernd auch Kreisflächenmittelstamm ist, so dass ich den Schaftmassenmittelstamm als Stärkenmittelstamm im Bestand aufsuchen kann. Kenne ich die Schaftmasse des Mittelstamms eines Bestandes oder einer Stammklasse, so entnehme ich die zugehörige Stärke in Brusthöhe der Massenkurve des Bestandes, die Höhe der Höhenkurve. Erfolgen diese Ermittelungen für beide Aufnahmen (zu Anfang und Ende der Wuchsperiode), so lässt

sich in der Differenz der Grössen der Zuwachs der Periode finden. Somit kann die Frage beantwortet werden, was hat der jetzige Mittelstamm des Bestandes oder einer Stammklasse bei der letzten Aufnahme bezw. zu Beginn der Wuchsperiode an Masse, Stärke in Brusthöhe etc. gehabt, weiterhin was war der Durchschnittszuwachs dieser Periode.

Z. B. für den Tannenbestand No. 8 (Langjörgenteich) berechnet sich für den

	Mittelstamm des Bestandes		Mittelstamm des Haubarkeitsbestandes	
bei II. Aufn.	Masse = 0,372 Fm;	Dm. = 21,2 cm.	Masse = 0,614 Fm;	Dm. = 26,3 cm.
» I. »	» = 0,189 »	» = 16,9 »	» = 0,398 »	» = 23,3 »
	Zuwachs = 0,183 Fm;	z = 4,3 cm.	z = 0,216 Fm;	z = 3,0 cm.
durchschn. jährl.	= 0,020 »	dz = 0,48 »	dz = 0,024 »	dz = 0,33 »

Haben wir die absoluten Grössen des Zuwachses, so empfiehlt es sich für vergleichende Untersuchungen die Zuwachsprozente zu berechnen und hiefür die Näherungsformel von Kunze[1]) zu verwenden, welche lautet:

$$p = \frac{M - m}{M(n - 1) + m(n + 1)} \times 200.$$

Solche Massenzuwachsprozente lassen sich einerseits für Mittelstämme des Bestandes wie beliebiger Stammklassen, besonders für Mittelstämme des Haubarkeitsbestandes ermitteln, andererseits für den ganzen Bestand und die Stammklassen.

Die klassenweise Berechnung der Zuwachsprozente und zwar für Mittelstämme der Klassen ermöglicht, den Gang des Zuwachses im Bestand mit zunehmender Brusthöhenstärke zu untersuchen und zu entscheiden, welche Stammklasse in ihrem Mittelstamm dasjenige Massenzuwachsprozent liefert, welches dem Zuwachsprozent des ganzen Bestandes gleichkommt.

Dies ist eine für die Praxis der Zuwachsermittelung am Bestand wichtige Frage, für deren Untersuchung jedoch eine Reihe von Beständen verschiedener Holzart, Bonität, Altersstufe heran-

1) Kunze, Lehrbuch der Holzmesskunst. 1873, S. 228.

zuziehen ist. Um einen Einblick in den Verlauf der Zuwachsprozente im Bestand je nach der Stammstärke zu geben, füge ich unten ein Beispiel vom Fichten-Versuchsbestand No. 4 bei. Aus dem Beispiel geht hervor, dass in diesem Fall:

α) das Massenzuwachsprozent der Einzelstämme im Bestand steigt mit zunehmender Brusthöhenstärke;

β) der Mittelstamm des künftigen Haubarkeitsbestands *annähernd* das Massenzuwachsprozent des Bestandes hat.

Für letzteren Satz sprechen auch Berechnungen in Tannenbeständen, die ich ebenfalls beispielshalber aufführe.

In *Fichten*bestand No. 4 (Forst, B-Fläche) ergeben sich für die Wuchsperiode von 44/51 Jahren und für die Mittelstämme der Stammklassen, die früher für Untersuchung des Bestandszuwachses bezw. des Anteils der Klassen am Bestandszuwachs gebildet worden sind (à 50 St.), folgende Zahlen:

Klasse No.	Durchm. cm	Massen-Zuwachs-prozente	Differenzen zwischen den Klassen
I	34—25	4,9	0,6
II	25—23	4,3	0,6
III	22—21	3,7	0,3
IV	21—19	3,4	0,1
V	19—18	3,5	0,0
VI	18—17	3,5	0,2
VII	17—16	3,3	0,7
VIII	16—14	2,6	1,0
IX	14—13	1,6	0,6
X	13—11	1,0	0,1
XI	11— 9	1,1	

Für den *Mittelstamm des Bestandes*, mit seinem Durchmesser in Klasse V fallend, berechnet sich ein Massenzuwachsprozent von **4,7**, das letztere liegt hiernach zwischen I. und II. Klasse, also annähernd in der Höhe des Zuwachsprozents, das sich für den Mittelstamm der Haubarkeitsstämme berechnen wird. Dasselbe ist gleich 4,4 Prozent.

Die Zahlen dürften somit einen Beleg für die oben ausgesprochenen Sätze bilden. Für den zweiten derselben führe ich beweiskräftige Beispiele aus *Tannen*beständen für verschiedene Bonitäten an:

		Massenzuwachsprozente	
		des Bestandes	von Obermittelstämmen [1])
Bonität I, Altersstufe	53/62	4,8	4,9
» II, »	72/81	3,5	3,6
» III, »	60/68	2,9	3,2
» IV, »	über 90	2,4	2,5

Liegen einmal hinreichende Untersuchungen über den Gang des Massenzuwachsprozents in den Stärkeklassen des Bestandes vor, bestätigt sich das vermutete Verhältnis zwischen Zuwachsprozent des Bestandes und demjenigen von Mittelstämmen einer Gruppe stärkster Stämme, speziell des Haubarkeitsbestandes, so kann die weitere Frage in Angriff genommen werden, welche Beziehungen zwischen Massenzuwachs von stärksten Stämmen oder von Klassenmittelstämmen und dem Flächenzuwachs derselben in Brusthöhe bestehen.

Forschungen in letzterer Richtung sollen dazu beitragen, die Zuwachsermittelung am stehenden Stamm zu erleichtern, bezw. sicherer zu begründen.

Wie ersichtlich, habe ich in diesem Absatz 1 verschiedene Fragen berührt, zu deren Lösung mein Verfahren der Massen- und Zuwachsermittlung bezw. die Auflösung von Beständen in ihre Massekomponenten beitragen kann. Die weitere Erörterung dieser Fragen muss für spätere Zeit und anderen Ort vorbehalten bleiben.

2) Die Formhöhe des Einzelstammes.

Wie jeder Bestand in den verschiedenen Lebensaltern seine eigene Massenkurve hat, so ist ihm jeweilig eine besondere Formhöhenkurve eigentümlich. Ist es doch die Formhöhe, welche für die Stämme gleicher Stärke zu verschiedenen Zeiten des Bestandeslebens verschiedene Massen bedingt, kommt in ihr der Faktor des Alters doch am entschiedensten zum Ausdruck.

Auf den Verlauf der Formhöhe im Bestand derselben und

1) Unter »Obermittelstämmen« verstehe ich die Mittelstämme des künftigen Haubarkeitsbestandes.

verschiedener Altersstufen, den Verlauf in Beständen verschiedener Holzart und Standortsgüte wirken nun alle Elemente, die auf die Masse des Einzelstamms von Einfluss sind, in ähnlicher Weise ein. Immerhin liegen bei der Formhöhe Besonderheiten vor, die nähere Untersuchung erfordern, namentlich ist auch der Zuwachs des Einzelstamms an Formhöhe ins Auge zu fassen.

a) Verlauf der Formhöhe im gleichen Bestand zu verschiedenen Zeiten: Ich habe hier wiederum die Formhöhenkurve eines bestimmten Alters und die Kurven verschiedener Altersstufen zu trennen.

α) Für die gleiche Altersstufe steigt die Formhöhe im Stangenholzalter mit zunehmendem Durchmesser anfangs rasch, dann in fortschreitend sich verminderndem Mass, im Baumholzalter wird bei gewisser Stärke ein Gipfelpunkt erreicht, von dem aus ein mässiges Sinken stattfindet. Die Formhöhenkurve eines Bestandes hat somit im allgemeinen einen konvexen Verlauf, mit Gipfelpunkt in höheren Stärke- bezw. Altersstufen, doch ist zu bemerken, dass in sehr schwachen Stärkestufen (von unter 10 cm), die Formhöhe fällt (von 3—9 cm Stärke etwa, wie in dem Beispiel des I. Abschnitts S. 26), dann erst von da ab den angedeuteten regelmässigen Verlauf nimmt. Dieser bringt es mit sich, dass in der stärkeren Hälfte des Bestandes die Formhöhe mit zunehmendem Durchmesser sich wenig ändert, da, wo Gipfelung in den stärksten Stämmen eintritt, die Formhöhen vor und nach diesem Wendepunkt in einer Reihe von Stärkestufen nahezu gleich bleiben.

β) Die Formhöhenkurve legt sich im Stangenholzalter mit Zunahme der Jahre jeweilig über die Kurve des jüngeren Alters, doch werden für gleich grosse Wuchsperioden die Abstände immer kleiner, gestalten sich im Baumholzalter vielfach so, dass die erste Hälfte der Kurve des höheren Alters über derjenigen des jüngeren Alters verläuft, die zweite Hälfte der ersteren Kurve unter diejenige des jüngeren Alters sinkt; von gewissem Zeitpunkt

ab verläuft endlich die ganze Kurve des höheren Alters unter derjenigen des nächst jüngeren Alters.

b) Verlauf der Formhöhe in Beständen verschiedener Holzart und Standortsgüte. Vergleichen wir solche Bestände, so zeigt die Formhöhe dieselbe Abhängigkeit von Holzart und Standortsgüte wie die Masse. Je besser die Bonität innerhalb derselben Holzart, desto grössere Formhöhen bilden sich für dieselben Stärkestufen in gleicher Zeit aus, ebenso je grösser die Schaftentwicklung einer Holzart, desto grösser sind die Formhöhen ceteris paribus.

Die Formhöhenentwicklung interessiert vor allem bei Tanne und Fichte. Für diese Holzarten lässt sich durch Vergleichung der Kurven unserer Versuchsbestände finden:

Die Tanne bildet auf gleichem Standort und im selben Alter etwas grössere Formhöhen für dieselben Altersstufen aus als die Fichte, ferner tritt das Sinken der Formhöhe mit wachsender Brusthöhenstärke in höherem Alter bei der Tanne später ein.

Der für die Schaftmassen der Stärkestufen aufgestellte Satz lässt sich nach Vorstehendem auch auf die Formhöhen übertragen.

Die Formhöhen von Stämmen gleicher Brusthöhenstärken hängen wesentlich von Holzart, Standortsgüte und Alter ab.

c) Der Zuwachs des Einzelstamms.

Um den Zuwachs des Einzelstammes verschiedener Stärke in einer bestimmten Wuchsperiode kennen zu lernen, vergleichen wir wieder die Mittelstämme bestimmter Stammzahlgruppen oder des ganzen Bestandes für zwei benachbarte Aufnahmen.

Als Stammzahlgruppen sind auch hier diejenigen vorausgesetzt, welche für Untersuchung des Massenzuwachses am Einzelstamm, früher für Bestimmung der Wuchsleistung der Stammklassen gedient haben. Die Mittelstämme, als Schaftmassen-Mittelstämme, sind hiernach bezüglich ihrer Masse gegeben; ihre Formhöhe erhalte ich in der Art, dass ich mit Hilfe der Massenkurven der betreffenden Bestandsaufnahmen die zu den Massen

gehörigen Durchmesser aufsuche, weiterhin in der Formhöhenkurve die den Durchmessern entsprechenden Formhöhen.

Der Formhöhenzuwachs der Klassenmittelstämme, ebenso der Bestandsmittelstämme in einer bestimmten Wuchsperiode, ergiebt sich aus der Differenz der Formhöhen zu Ende und zu Anfang der Periode. Wir erfahren hiermit, welche Formhöhe ein Stamm von gegebenem Durchmesser vor n Jahren durchschnittlich gehabt hat. Den Durchschnittszuwachs der Periode erhalten wir ohne weiteres aus dem Quotienten $\frac{z}{n}$.

Z. B. im Fichtenbestand No. 4 (Forst) war für die Mittelstämme der 3 stärksten Stammklassen (à 200 Stück pro ha) folgender Zuwachs zu berechnen:

Klasse No.	Aufnahme No.	Massen des Schaftes Fm	Durchmesser cm	Formhöhen m	Zuwachs an Formhöhe m	dz m
I	2	0,720	26,5	13,0	2,00	0,27
	1	0,501	24,0	11,0		
II	2	0,524	23,4	12,25	1,55	0,21
	1	0,382	21,4	10,70		
III	2	0,422	21,4	11,85	1,45	0,19
	1	0,321	19,9	10,40		

Aus den absoluten Grössen des Formhöhenzuwachses in bestimmter Periode lassen sich wieder die Zuwachsprozente mit Hilfe der Kunze'schen Formel berechnen. An der Hand derselben können wir den Gang des Zuwachses im Bestand mit zunehmender Brusthöhenstärke untersuchen, was auch in diesem Fall für eine Reihe von Beständen von verschiedener Holzart, Bonität und Altersstufe zu geschehen hätte.

Ich habe diese Untersuchung nur für den schon erwähnten Fichtenbestand No. 4 ausgeführt, um einen Einblick in den Gang der Grössen zu geben, und teile die Zahlen unten mit. Ich habe daselbst den Zuwachsprozenten der Formhöhe diejenigen der Kreisfläche in Brusthöhe und der Schaftmasse zur Vergleichung gegenübergestellt, die Berechnungen auch für Mittelstämme des ganzen Bestandes, wie des Haubarkeitsbestandes gemacht.

Schon die Berechnungen für diesen einen Bestand (Alter

44/51 J.) geben interessante Aufschlüsse, die sich in den Sätzen zusammenfassen lassen:

α) Die Formhöhen-Zuwachsprozente nehmen von bestimmter Stärke ab mit wachsendem Durchmesser sehr mässig zu, kulminieren bei gewisser Stärke und sinken dann, aber langsamer als sie gestiegen.

Die Zusätze bezüglich des Kulminierens und Sinkens lassen sich aus unserem Beispiel nicht ableiten, sondern sind den Wahrnehmungen an älteren Beständen entnommen, bezw. entsprechen dem unter a, α über den Verlauf der Formhöhen in höheren Alters- und Stärkestufen Gesagten.

β) In den mittleren Stammklassen eines Bestandes kann das Zuwachsprozent der Einzelstämme als gleich angenommen werden.

Werden in dem Beispiel die stärkste und schwächste Stammklasse nicht berücksichtigt, so finden wir in den Klassen II—X eine Maximaldifferenz von 0,3 %, in den eigentlichen Mittelklassen IV—VIII nur Differenzen von 0,1 %. Werden Zehntelprozente nicht mehr ausgeschieden, wird also auf ganze Prozente abgerundet, so erhalten wir für sämtliche Stammklassen mit Ausschluss der schwächsten Klasse das Formhöhenzuwachsprozent = 2. Dieses Prozent ergiebt sich dann auch für die Mittelstämme des Haubarkeitsbestandes und des ganzen Bestandes.

In älteren Beständen lässt sich vielleicht der unter lit. β aufgestellte Satz auf sämtliche Stammklassen ausdehnen bezw. verallgemeinern. Doch darüber haben spätere Untersuchungen zu entscheiden.

Es folgt nun die Uebersicht über die Stammzuwachsprozente der Klassen-Mittelstämme in Bestd. No. 4 (I. Bonität) (s. Tabelle S. 89).

Auf Grund der Tabelle füge ich noch einige Bemerkungen bezüglich des Verhältnisses der Zuwachsprozente von Formhöhe, Brusthöhenstärke und Schaftmasse bei den Klassen-Mittelstämmen bei:

Formhöhen- und Kreisflächen-Zuwachsprozente zeigen, abge-

Stammklasse No.	Durchmesser im Mittel cm	Stammzuwachsprozente der Mittelstämme an		
		Formhöhe	Kreisfläche in Brusthöhe	Schaftmasse
I	25,2	2,2	2,7	4,9
II	22,4	1,8	2,4	4,3
III	20,5	1,8	2,0	3,7
IV	19,2	1,6	1,5	3,4
V	18,0	1,6	1,8	3,5
VI	17,0	1,7	1,6	3,6
VII	15,7	1,7	1,4	3,3
VIII	14,7	1,7	1,1	2,6
IX	13,6	1,6	0,4	1,6
X	12,3	1,5	—	1,0
XI	9,0	2,6	—	1,1

sehen von den schwächsten Stammklassen, nur geringe Unterschiede; in der stärkeren Hälfte des Bestandes haben die Kreisflächen ein mit Abnahme des Durchmessers sich verminderndes Plus, in der schwächeren Hälfte ein minus.

Die Summe der Zuwachsprozente von Formhöhe und Kreisfläche der Mittelstämme ergiebt annähernd das Zuwachsprozent der Schaftmasse.

Wie ersichtlich, führt die Ausdehnung derartiger Untersuchung auf eine Reihe von Beständen zu Ergebnissen, die für Ermittlung des Zuwachses von Beständen bezw. an einzelnen stehenden Stämmen nutzbar gemacht werden können, deshalb für die Zuwachslehre von Bedeutung sind. An dieser Stelle genügt es mir, für künftige Forschungen einen Fingerzeig gegeben zu haben, insbesondere könnte durch solche die Frage der Anwendbarkeit der Pressler'schen und Schneider'schen Zuwachsprozent-Formel verschiedener Zuwachsstufen auf den einzelnen Bestand (Holzart, Bonität, Altersstufen zu trennen!) bezw. Einzelstämme desselben gefördert werden.

3) Die Schaft-Formzahl des Einzelstammes.

Die Formzahlkurve ist charakteristisch für jeden Bestand, wie die Massen- und Formhöhenkurve, und in ihrem Verlauf ebenso abhängig von Holzart, Standortsgüte und

Alter wie diese Kurven. Immerhin lassen sich folgende gemeinsame Punkte herausfinden:

a) Verlauf der Formzahlen im gleichen Bestand.

α) Wenn es sich darum handelt, den Verlauf der Formzahlen mit steigender Brusthöhenstärke für denselben Zeitpunkt der Aufnahme zu skizzieren, so sind jüngere und ältere Stadien der Entwicklung getrennt zu betrachten.

Im Stangenholzalter haben wir mit zunehmender Stärke eine Art Wellenlinie, eine Kurve mit 2 Scheitelpunkten, aber von verschiedener Höhe. In den sehr geringen Stärkestufen (bei Fichte von 3—5 cm, bei Tanne von 3—8 cm) steigt die Kurve sehr steil und hoch an, fällt von da ab nahezu ebenso rasch wieder, um vom erreichten Tiefenpunkt aus neuerdings zu einem bestimmten Gipfelpunkt zu steigen, von diesem aus langsam, aber stetig zu fallen. Der 2. Gipfelpunkt liegt wesentlich tiefer als der erste. Im Baumholzalter fällt der erste Teil der Kurve mit seinem Gipfelpunkt weg; es findet von gewissem Tiefenpunkt aus (z. B. bei 10 cm Stärke) ein Ansteigen bis zu gewissem Gipfelpunkt statt, von diesem aus gleichförmiges Fallen der Formzahlen mit zunehmender Stärke. In den höheren Altersstufen verläuft die Kurve wesentlich flacher als in den niedrigeren; der Abstand zwischen Tiefenpunkt und Scheitelpunkt der Kurve scheint stetig geringer zu werden.

β) Konstruieren wir in demselben Bestand für verschiedene Altersstufen Formzahlkurven, so zeigt sich, dass bis zu gewissem Zeitpunkt die Kurve des höheren Alters über derjenigen des jüngeren Alters verläuft, dass mit weiterer Zunahme des Alters die Kurve des höheren Alters wieder unter die des jüngeren Alters sinkt.

Z. B. im Fichtenbestand No. 7 (III. Bon.) ist im 80jährigen Alter der Zeitpunkt eingetreten, da das Sinken der Kurve unter diejenige des 69jährigen Alters beginnt. Während in der schwächeren Hälfte des Bestandes die Kurve des Alters 80 noch über derjenigen des Alters 69 verläuft, ist dies in der stärkeren Hälfte umgekehrt.

In Fichtenbestand No. 6 (II. Bon.) ist die Kurve des 67jährigen Alters schon unter diejenige des 54jährigen Alters gesunken.

Bei den Kurven desselben Bestandes für verschiedene Altersstufen zeigt sich somit dieselbe Erscheinung, wie bei den Massen- und Formhöhenkurven dieser Altersstufen. Bei Stämmen gleicher Stärkestufen ist somit der Einfluss des Alters sowohl hinsichtlich der Schaftmasse, als der Formhöhe und Formzahl der ähnliche.

b) Verlauf der Formzahlen in Beständen verschiedener Standortsgüte innerhalb derselben Holzart.

Für gleiche Alter legt sich die Kurve der geringeren Bonität über diejenige der besseren Bonität und zeigt in den schwächeren Stärkestufen grösseren Abstand zwischen Höhen- und Tiefenpunkten als auf letzterer. Wir können daher sagen: Je geringer die Bonität, desto höher die Formzahl, um so höher, je schwächer die Stärkenstufe ist.

Die Höhe der Formzahl auf geringerem Standort hängt mit dem langsamen Wuchs zusammen, damit, dass zur Erreichung der gleichen Dimension, die ein Stamm besserer Bonität hat, eine grössere Zahl Jahre erforderlich ist als auf letzterer. Der grössere Stammreichtum des geringeren Standorts dürfte nicht erhöhend auf die Formzahlen wirken. Wenn dies der Fall wäre, müsste auch der Satz gelten: Je mehr Stämme auf der Flächeneinheit, um so höher die Formzahl. Dieser Satz lässt sich aber nicht erweisen; im Gegenteil: die leicht durchforsteten, stammreicheren Bestände haben vorherrschend niederere Formzahlen als die stark durchforsteten, stammärmeren, jedenfalls im Stangenholzalter, für das allein wir bis jetzt Vergleichsflächen haben.

Für die berührten Verhältnisse liefern die Fichtenbestände No. 2 u. 5, ferner 6 und 7 Vergleichsmaterial.

c) Verlauf der Formzahlen in Beständen verschiedener Holzart.

Geeignete Vergleichsbestände von ähnlicher Standortsgüte zu finden, hält schwer, besonders wenn wir Fichte und Tanne einander gegenüberstellen wollen. Die Verschiedenheit der Verjüngungsmethode, einerseits durch Pflanzung, andererseits auf na-

türlichem Weg, bedingt jene Schwierigkeit und bringt es, besonders im Stangenholzalter, mit sich, dass Stämme gleicher Brusthöhenstärke, deren Formzahlen vermittelst der für gleiche Alter konstruierten Formzahlkurven verglichen werden wollen, sehr verschiedenes Alter haben. Von Stämmen gleicher Stärke kann daher a priori angenommen werden, dass diejenigen der Tanne höhere Formzahlen haben als die Fichten, auch wird die Vermutung berechtigt sein, dass bei der Tanne mit der Verschiedenaltrigkeit der Stämme in den einzelnen, selbst benachbarten, Stärkestufen die Formzahlkurven nicht gleiche Regelmässigkeit im Verlauf zeigen wie diejenigen der Fichte.

Diese Annahmen, gegründet auf den Unterschied der Verjüngungsweise, bestätigten sich denn auch für verschiedene Bestände, die ich verglichen habe. Bei Vergleichung sowohl guter als geringerer Bestände zeigte sich, dass in den schwächsten Stärkestufen die Formzahlkurven der Tanne erheblich über denjenigen der Fichte verliefen, dass sich die Kurven in den mittleren Stärkestufen (etwa von 12 cm an) nähern, nachher die Kurve der Tanne sich wieder über diejenige der Fichte hebt.

Ferner liess sich wahrnehmen, dass bei den Tannenkurven die Höhen- und Tiefenpunkte weiter auseinander liegen als bei den Fichtenkurven, ersteren nicht gleiche Gesetzmässigkeit zukommt wie letzteren, vergleichende Betrachtungen beider Holzarten daher erschwert sind.

d) Zuwachs bezw. Aenderung des Einzelstammes in bestimmter Wuchsperiode.

Für Schaftmasse und Formhöhe wurde der Zuwachs oder die Aenderung des Einzelstammes in bestimmter Wuchsperiode an Mittelstämmen von Stammklassen, an solchen des Bestandes und Oberbestandes untersucht und sowohl den absoluten Grössen nach, als relativ in Zuwachsprozenten ausgedrückt. In analoger Weise die Formzahländerungen jener Mittelstämme zu untersuchen, empfiehlt sich jedoch nicht, jedenfalls nicht in Stangenhölzern, weil der Verlauf der Kurve durch die

Stärkenstufen ein zu wechselvoller ist, unter Umständen je 2 Tiefen- und Höhenpunkte aufweist. In älteren Baumhölzern, deren Kurven regelmässiger werden, nur einen Gipfelpunkt in den schwächsten Stammklassen haben, kann jene Methode der Zuwachsberechnung und -Vergleichung vielleicht eher ausgenützt werden.

Die Berechnung der Formzahländerung bei Klassen-Mittelstämmen kann dann von Wert sein, wenn es sich um Studien in gleichaltrigen Durchforstungsvergleichsflächen derselben Holzart handelt. Aber auch hier werden die Formzahlkurven selber am besten Auskunft über den Einfluss von Hieben verschiedenen Stärkegrades geben. Wir können jene Kurven als Bilder aus dem Bestandsleben ansehen, die ihre volle Wirkung erst beim Studium der Durchforstungsfrage entfalten, wie sich im 2. Teil dieser Schrift zeigen wird.

Zum Schluss dieser Betrachtungen über die Schaftformzahl des Einzelstammes möchte ich noch darauf aufmerksam machen, dass die Formzahlkurve des Bestandes in bestimmtem Zeitpunkt, bezogen auf die Stärkestufen, einen ähnlichen Verlauf hat, wie die Entwicklungskurve der Formzahlen eines Einzelstammes, bezogen auf die Zeit, sofern dieser Stamm immer vorherrschend war, dem künftigen Haubarkeitsbestand angehört hat. Der Einzelstamm hat eben im Gang seines Lebens alle die Stärkestufen durchlaufen, welche ein Bestand zu irgend einem Zeitpunkt aufweist, hat daher jeweils auch die Formzahlen gehabt, welche der betreffenden Stärkenstufe in irgend einem Zeitpunkt zukamen. Die Formzahlgeschichte des haubaren Stammes liefert uns die Formzahlen der früheren Stärkenstufen eines Bestandes bezw. des Teils der künftigen Haubarkeitsstämme.

Auf diese Aehnlichkeit im Verlauf von Formzahlkurve des Bestandes und der Formzahlzuwachskurve eines haubaren Einzelstammes brachten mich Erhebungen von Robert Hartig[1]) über

---

1) R. Hartig, Ueber den Entwicklungsgang der Fichte im geschlossenen Bestande nach Höhe, Form und Inhalt. (Forstlich-naturwissensch. Zeitschr. von v. Tubeuf, 1892, S. 169 ff.)

die Schaftformzahlentwicklung von älteren Fichten in Oberbayern.

Die Aehnlichkeit zwischen den Höhen- und Massenkurven eines Bestandes zu bestimmter Zeit und den Zuwachskurven von haubaren Stämmen für Höhe und Masse wird sich übrigens auch feststellen lassen, wenn in der Entwicklung nur bis zu dem Zeitpunkt zurückgegangen wird, in dem sich mutmasslich der künftige Haubarkeitsbestand ausgeschieden hat. Wir werden um so grössere Aehnlichkeit finden, je besser der Bestand erzogen, hauptsächlich durchforstet worden ist.

---

3. Abschnitt.

Der wahre Bestandsmittelstamm und seine Bedeutung.

1. Kapitel.

Der seitherige Begriff des Mittelstammes.

Ein noch schwankender Begriff in unserem Wissen ist derjenige des Mittelstamms vom Bestand oder von Stärkeklassen. Gewöhnlich versteht man unter demselben den Kreisflächen-Mittelstamm, der sich durch Division der Kreisflächensumme des Bestandes oder von Stärkeklassen durch die Stammzahl oder aus der Formel ergiebt:

$$k = \frac{k_1 z_1 + k_2 z_2 + \ldots . k_n z_n}{z_1 + z_2 + \ldots .. z_n} = \frac{K}{Z},$$

worin $k_1, k_2, \ldots k_n$ die Kreisfläche pro Stamm der einzelnen Stärkestufen, $z_1, z_2, \ldots z_n$ die Stammzahl der Stärkestufen, K die Kreisflächensumme und Z die Stammzahl des Bestandes (bezw. einer Stärkenklasse) bedeuten. Der dem k entsprechende Durchmesser wird der Kreisflächentafel entnommen.

Mit dem so berechneten Mittelstamm war jedoch bisher wenig anzufangen; man konnte ihm weder den Charakter eines Massenkomponenten, noch den eines geeigneten Vergleichsfaktors zuer-

kennen. Jedenfalls lag für eine Entscheidung in letzterer Richtung kein genügender Grund vor.

Neben der mittleren Bestandesstärke wurden (z. B. in die Ertragstafeln der Versuchsanstalten) als Vergleichswerte eingeführt: die mittlere Bestandeshöhe und Bestandesformzahl. Bei diesen Faktoren ist nicht nur die Bedeutung für Massenberechnung und vergleichende Untersuchungen zweifelhaft, sondern dieselben werden auch noch verschieden berechnet.

Die mittlere Bestandeshöhe wurde bisher aus den Höhen der Probestämme, die nach irgend einem der Massenermittlungsverfahren gewählt worden sind, in dreifacher Weise berechnet aus den Formeln:

$$1)\quad h = \frac{h_1 + h_2 + \ldots . h_n}{n}$$

d. h. als arithmetisches Mittel aus den Höhen der Probestämme;

$$2)\quad h = \frac{k_1 h_1 + k_2 h_2 + \ldots k_n h_n}{k_1 + k_2 + \ldots . k_n}$$

d. h. als Kreisflächenhöhe, indem k_1, k_2, ... k_n die Kreisflächen der Probestämme in Brusthöhe, h_1, h_2 ... h_n die Höhen derselben bedeuten;

$$3)\quad h = \frac{m_1 h_1 + m_2 h_2 + \ldots m_n h_n}{m_1 + m_2 + \ldots . m_n}$$

d. h. als Massenhöhe, indem m_1, m_2, ... m_n die Massen der Probestämme, h_1, h_2, ... h_n wieder ihre Höhen bedeuten.

Von diesen Berechnungsarten der mittleren Bestandeshöhe kommt der dritten am meisten Berechtigung zu, weil, wie weiter entwickelt werden wird, die Masse bei Berechnung der Dimensionen von Mittelstämmen ausschlaggebend sein muss. Soweit mir bekannt, machen denn auch die Versuchsanstalten seit kurzem von der 3. Formel Gebrauch.

Die Bestandesformzahl kann berechnet werden:

1) aus den Massen- und Idealwalzen der Probestämme nach der Formel:

$$F = \frac{m_1 + m_2 + \ldots\ldots m_n}{k_1 h_1 + k_2 h_2 + \ldots k_n h_n}$$

2) aus der Bestandesmasse M und der Idealwalze des Bestandes K . H nach der Formel

$$F = \frac{M}{K . H}.$$

Je nachdem in diesen Ausdruck der Wert von H nach einer der 3 vorgetragenen Formeln für die mittlere Bestandeshöhe berechnet wird, erhalten wir verschiedene Formzahlen.

Diese Bestandesformzahl hat keinen Wert; die nach Formeln 1 und 2 ermittelten Werte werden nur in Ausnahmefällen gleich sein, für Massenermittlung lässt sie sich vollends nicht benützen. Wir vermögen den Stamm mit Bestandesformzahl nicht zu finden.

Auf die Bedenken, denen insbesondere die Bestandesformzahl unterliegt, haben schon Weise und Wimmenauer aufmerksam gemacht. Der erstere hat in dem Aufsatz: »Welche Stämme haben in geschlossenen Kiefern die Bestandsformzahl?«[1]) für die Kiefer zu ermitteln gesucht, in welcher Stammklasse (bei Bildung von 5 Klassen gleicher Stammzahlen) die mittlere Bestandeshöhe, berechnet als Kreisflächenhöhe der Probestämme, vorhanden ist und ob in der betreffenden Stammklasse die Einzelstammformzahl der Bestandsformzahl gleich ist. Weise fand diese Bedingungen erfüllt in der 4. Stammklasse. Das Produkt hf, die Form- oder Richthöhe, liefert in dieser Klasse einen Wert, der durch Multiplikation mit der Kreisflächensumme des Bestandes dessen Masse ergiebt, so dass also der Formhöhe jener Klasse ein erheblicher Wert für Massenermittlung zukäme.

Zum gleichen Ergebnis kommt Wimmenauer[2]) durch Bearbeitung des Aufnahmematerials von 118 hessischen Kiefern-Probeflächen: der Stamm mittlerer Höhe finde sich in Klasse IV des Bestandes und hier sei auch Gleichheit von Baum- und Be-

1) Allg. Forst- u. Jagdztg. 1890, S. 240.

2) Wimmenauer, Mittelstamm, Baum- und Bestandsformzahl. Thar. Jahrb. 1890, S. 151.

standesformzahl vorhanden. Der Genannte knüpft nun an seine Untersuchungen die Frage, was überhaupt unter »Mittelstamm« zu verstehen sei? Als solchen sieht er denjenigen an, welcher die mittlere oder Bestandes-Walzenhöhe aufweise, also im grossen ganzen bei der Kiefer den Mittelstamm der Klasse IV, dem zugleich auch die Bestandesmittelhöhe zukomme.

Im Anschluss an die Untersuchungen der genannten Autoren habe ich darauf hingewiesen [1]), dass die Begriffe des Mittelstammes, der Mittelhöhe und Formzahl des Bestandes neuer Definierung bedürfen, wenn das für Kiefer Gefundene sich auch für andere Holzarten bestätigt. Ich habe, um zu letzterer Frage beizutragen, meine Untersuchungen über die Wuchsgesetze der Holzarten Fichte, Tanne und Buche auch auf diese Punkte erstreckt, dabei stets Bestände von normalem Schluss vorausgesetzt und nur die Schaftmassen in Betracht gezogen.

2. Kapitel.

Versuch der Neudefinierung des Mittelstammes.

Ich gehe von der Anschauung aus, der wahre Mittelstamm eines Bestandes müsste derjenige sein, dessen Masse (m), multipliziert mit der Stammzahl (Z) des Bestandes, die Bestandesmasse (M) lieferte, weiterhin dessen Formhöhe (hf), multipliziert mit der Kreisflächensumme (K) des Bestandes, ebenfalls die Bestandsmasse gäbe. Für diesen Mittelstamm bestünden also die Bedingungen:

a) $M = m \, . \, Z$

b) $M = hf \, . \, K$

An dem Aufnahmematerial unserer Versuchsbestände von Fichte, Tanne und Buche wäre nun zu untersuchen, ob nicht der Schaftmassen-Mittelstamm (m) den aufgestellten Bedingungen genügt und wie er im Bestand gefunden werden kann. Die Fragestellung im einzelnen wird lauten:

1) Allg. Forst- und Jagdztg., Suppl. Bd. XIV, Heft 3 (1890) S. 176.

a) Welche Dimensionen hat der Massen-Mittelstamm und wie lässt sich derselbe finden?

b) Hat dieser Mittelstamm die Formhöhe des Bestandes?

1) Die Dimensionen des Mittelstammes.

Die Masse des Mittelstammes (m) erhalte ich aus der Gleichung:

$$m = \frac{M}{Z}$$

und entnehme die dem berechneten m zukommenden Dimensionen von Brusthöhen-Durchmesser und Höhe der Massenkurve und der Höhenkurve des Bestandes.

Um jene Dimensionen des Mittelstammes zu bekommen, wird die Kenntnis der Bestandesmasse vorausgesetzt, ferner das Vorhandensein einer auf die Stärkestufen bezogenen Massenkurve, ebenso der Höhenkurve. Wenn hiernach der Mittelstamm erst nach vollendeter Massenaufnahme des Bestandes festgestellt werden könnte, so hätte derselbe nur einen Wert für Vergleichungen zu Versuchszwecken; der Charakterisierung des Mittelstammes würde die praktische Spitze fehlen.

Eine solche zu gewinnen, musste die nächstliegende Aufgabe sein. Deren Lösung glaubte ich dadurch näher zu kommen, dass ich zunächst untersuchte, wie verhält sich die aus der Massenkurve entnommene Stärke (in Brusthöhe) des Massen-Mittelstammes zu derjenigen des Kreisflächen-Mittelstammes. Für die Zwecke dieser Untersuchung habe ich die Brusthöhendurchmesser der Massen-Mittelstämme und der Kreisflächen-Mittelstämme von folgenden Versuchsbeständen und ihren verschiedenen Aufnahmen berechnet:

von 13 Beständen der Fichte in 7 Revieren für zus. 32 Massenaufn.
» 7 » » Tanne » 7 » » » 14 »
» 7 » » Buche » 3 » » » 15 »

Die erhaltenen Zahlen sind für die einzelnen Bestände und Aufnahmen in der nachstehenden Tabelle einander gegenübergesetzt, wobei die Bestände nach Holzart, Standortsgüte und

Zusammenstellung der Dimensionen von Massenmittelstamm und Stärke-mittelstamm der Bestände.

Revier	Waldteil	Alter	Dimensionen des Mittelstamms der Masse	Dimensionen des Mittelstamms der Stärke	Massen-Mittelstamm hat +	Massen-Mittelstamm hat —
			cm	cm	cm	cm
A. Die Fichte.						
I. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Heiligkreuzthal	Kiesbuckel	30	12,4	12,0	0,4	—
		37	14,9	14,9	—	—
Weingarten	Postwies Fl. A	33	12,7	12,3	0,4	—
		40	16,0	15,9	0,1	—
		45	18,1	18,0	0,1	—
»	Postwies Fl. B	33	14,4	14,1	0,3	—
		40	16,9	17,0	—	0,1
		45	19,8	19,6	0,2	—
»	Postwies Fl. C	34	16,0	15,7	0,3	—
		41	18,5	18,4	0,1	—
		46	20,6	20,8	—	0,2
Heiligkreuzthal	Grünriedle Fl. 1 B	35	13,5	12,9	0,6	—
		42	16,0	16,0	—	—
»	Grünriedle Fl. 2 B	35	13,2	13,0	0,2	—
		42	15,1	15,3	—	0,2
Sulzbach	Forst Fl. 1 B	44	17,5	17,4	0,1	—
		51	19,4	19,2	0,2	—
»	Forst Fl. 2 C	44	19,4	19,3	0,1	—
		51	21,5	21,3	0,2	—
»	Forst Fl. 3 D	44	18,4	18,4	—	—
		51	21,1	21,2	—	0,1
II. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Schrezheim	Schinderwies Fl. 1 B	30	8,0	7,8	0,2	—
		35	10,3	10,1	0,2	—
		43	12,1	11,9	0,2	—
»	Schinderwies Fl. 2 C	30	7,7	7,8	—	0,1
		35	10,3	10,1	0,2	—
		43	12,0	11,7	0,3	—
Altersklasse 61—90 Jahre.						
Baindt	Kohlstättle C-Fl.	53	16,9	16,5	0,4	—
		60	20,8	20,6	0,2	—
		67	23,3	23,0	0,3	—
Krailsheim	Hellenbühl	70	19,2	19,1	0,1	—
		81	22,1	22,0	0,1	—

Revier	Waldteil	Alter	Dimensionen des Mittelstamms der Masse	Dimensionen des Mittelstamms der Stärke	Massen-Mittelstamm hat +	Massen-Mittelstamm hat —
			cm	cm	cm	cm
B. Die Tanne.						
I. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Herrenalb	Langjörgenteich	53 62	16,9 21,2	16,4 20,9	0,5 0,3	— —
II. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Schwann	Bildstöckle	36 45	11,0 15,6	10,5 15,1	0,5 0,5	— —
Schönmünzach	Stossgrund	54 61	14,1 17,2	13,7 16,8	0,4 0,4	— —
Altersklasse 61—90 Jahre.						
Langenbrand	Erzwasch Fl. 1	72 81	23,0 26,5	22,9 26,2	0,1 0,3	— —
III. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Aalen	Jägersteig	44 52	10,7 13,3	10,6 13,4	0,1 —	— 0,1
Altersklasse 61—90 Jahre.						
Langenbrand	Hummelrain	60 68	15,2 18,0	14,8 17,8	0,4 0,2	— —
Altersklasse 91—120 Jahre.						
Balingen	Bronnhaupter Hardt 1	88 96	20,7 22,1	20,6 22,6	0,1 —	— 0,5
C. Die Buche.						
II. Bonität.						
Altersklasse 61—90 Jahre.						
Pfronstetten	Kohlwald Fl. 1 B	65 81	16,6 20,7	16,2 20,7	0,4 —	— —
»	Kohlwald Fl. 2 C	62 70 78	16,5 18,5 20,9	16,4 18,2 21,0	0,1 0,3 —	— — 0,1
III. Bonität.						
Altersklasse 31—60 Jahre.						
Mochenthal	Petershau Fl. 2 B	45 54	7,2 9,8	6,8 9,8	0,4 —	— —
»	Petershau Fl. 3 C	45 54	8,3 11,2	8,1 11,1	0,2 0,1	— —
Pflummern	Frauenholz Fl. 1 A	57 66	8,3 10,1	8,3 9,9	— 0,2	— —
»	Frauenholz Fl. 2 B	54 63	9,6 11,4	9,4 11,3	0,2 0,1	— —
»	Frauenholz Fl. 3 C	58 67	11,0 12,3	10,9 12,7	0,1 —	— 0,4

Altersstufen getrennt, vorgetragen wurden. In besonderer Spalte ist der Mehr- oder Minderbetrag ausgeschieden, welcher dem Massen-Mittelstamm gegenüber dem Kreisflächen-Mittelstamm zukommt.

Der Inhalt der Tabelle lässt sich folgendermassen zusammenfassen: Es zeigen die Massenmittelstämme

in Beständen der:	von Centimeter			
	0,0	0,1—0,2	0,3—0,4	0,5—0,6
	in Fällen			
Fichte bei 24 Aufnahmen (in 12 Bestdn.) ein +	—	16	7	1
Fichte » 3 » (» 3 ») » =	3	—	—	—
Fichte » 5 » (» 5 ») » —	—	5	—	—
Sa. Fichte	3	21	7	1
Tanne » 12 » (» 7 ») » +	—	4	5	3
Tanne » 2 » (» 2 ») » —	—	1	—	1
Sa. Tanne	—	5	5	4
Buche » 10 » (» 7 ») » +	—	7	3	—
Buche » 3 » (» 3 ») » =	3	—	—	—
Buche » 2 » (» 2 ») » —	—	1	1	—
Sa. Buche	3	8	4	—
bei 61 Aufnahmen (in 41 Bestdn.)	6	34	16	5

Diese vergleichende Zusammenstellung ergiebt, dass bei Fichte in $^3/_4$ der Fälle, bei Tanne in $^6/_7$, bei Buche in $^2/_3$ der Fälle der Stärke des Massenmittelstamms ein Plus gegenüber derjenigen des Kreisflächenmittelstamms zukommt, in den übrigen Fällen die Mittelstämme nach den beiden Berechnungsarten gleich oder die Massenmittelstämme ein Minus gegenüber den Kreisflächen- oder Stärkenmittelstämmen zeigen. Die positiven und negativen Abweichungen der Stärken der Kreisflächen-Mittelstämme sind aber so gering, dass sie mit wenigen Ausnahmen innerhalb der Grenzen der Messungsfehler, die bei Ermittlung der Stärke gemacht werden, liegen. Dieselben erreichen bei 55 Aufnahmen in 34 Fällen nur den Betrag von 0,2 cm, in 16 Fällen den Betrag von 0,4 cm, in 4 Fällen denjenigen von 0,5 cm, während in 1 Fall der Betrag von 0,5 cm um 0,1 überschritten wird.

Angesichts des vorwiegenden Plus an Stärke beim Massenmittelstamm können wir folgern, dass letzterer durchschnittlich etwas stärker als der Kreisflächenmittelstamm ist. Wenn wir jedoch bedenken, dass wir bei Berechnung des Kreisflächenmittelstamms nach der Formel

$$k = \frac{k_1 z_1 + k_2 z_2 + \ldots k_n z_n}{z_1 + z_2 + \ldots\ldots z_n}$$

etwas zu kleine Werte erhalten [1]), die richtigen Mittelstämme thatsächlich etwas stärker als die in unseren Beständen berechneten Beträge sind, so wird die Anzahl der Fälle des Plus an Stärke des Massenmittelstamms gegenüber dem Kreisflächenmittelstamm wesentlich vermindert. Berücksichtigen wir dieses Moment und ziehen in Betracht, dass das Mass der Abweichungen an sich ein so verschwindendes ist, so können wir aus dem untersuchten Material, also für Fichte, Tanne und Buche, den Satz folgern: Der Schaftmassen-Mittelstamm geschlossener Bestände ist zugleich Kreisflächen-Mittelstamm.

Die Holzarten scheinen sich in Beziehung auf dieses Verhältnis nicht wesentlich verschieden zu verhalten, doch geht aus obigen Zahlen hervor, dass die Zahl der Fälle, in denen der Massenmittelstamm stärker, bei Buche am kleinsten ist, ihr Fichte und Tanne folgen.

Ein Einfluss der Bonität lässt sich nicht feststellen, ein solcher des Alters auch nicht, doch ist in letzterer Beziehung zu bemerken, dass die Anzahl der beigezogenen Altholzbestände verhältnismässig klein ist. Ich vermute, dass die Abweichungen mit zunehmendem Alter und wachsender Stärke der Bestände immer kleiner werden. In dieser Annahme werde ich durch die Thatsache bestärkt, dass in den untersuchten Beständen die Obermittelstämme einerseits als Massen-, andererseits als Kreisflächen-

1) Kunze, Anleitung zur Aufnahme des Holzgehaltes der Waldbestände (Berlin 1891). Nach S. 17 ff. liefert das übliche Verfahren der Berechnung des Mittelstamms um 0,5—1,0 cm zu kleine Ergebnisse.

Mittelstämme berechnet, relativ wesentlich kleinere Differenzen zeigen, als die korrespondierenden Mittelstämme des ganzen Bestandes.

Der aufgestellte Satz ermöglicht uns die Auffindung des Massenmittelstammes im Bestand. Er ist einerseits ein Beleg für die Zweckmässigkeit, um nicht zu sagen, Richtigkeit der Definierung des Mittelstamms als Massenmittelstamm, andererseits weist er auf die Brauchbarkeit des letzteren für Massenermittlung der Bestände hin. Wird die Schaftmasse des Stärkenmittelstammes (in 3—5 Exemplaren gefällt) mit der Stammzahl des Bestandes multipliziert, so erhalten wir des letzteren Schaftmasse. Es wäre damit für geschlossene, aber vom Nebenbestand befreite (durchforstete) Bestände der erwähnten Holzarten das sonst für so bedenklich erachtete Verfahren der Massenermittlung mit Hilfe des arithmetisch mittleren Modellstamms zu neuen Ehren gebracht.

Das Gesagte gilt in erster Linie für Normalbestände und könnte beim Versuchswesen in der Art verwertet werden, dass bei den alle 5—10 Jahre erfolgenden, wiederholten Aufnahmen nicht jedes Mal eine grössere Zahl Probestämme gefällt wird, sondern dass bei etwa der Hälfte der Aufnahmen (bei je der 2. Aufnahme) nur einige Mittelstämme gefällt und mit deren Hilfe die Bestandsmassen berechnet werden. Dadurch wird einerseits an Probestämmen, deren Entnahme von Aufnahme zu Aufnahme schwieriger wird, gespart, andererseits werden die Arbeiten beschleunigt. Letzterer Punkt erscheint von Wichtigkeit, weil wir bei der umfassenden Aufgabe des Versuchswesens überall auf Vereinfachung der Arbeiten drängen müssen.

In der Praxis wird das Verfahren der Massenermittlung des Bestandes mit Hilfe des Stärken- und Massenmittelstammes vorerst nur für ordentlich geschlossene, seither regelrecht durchforstete Hölzer in Betracht kommen. Hier kann aber der Stärkenmittelstamm um so eher als Massenmittelstamm genommen werden, weil die Unterschiede in den Dimensionen beider Stämme, wie

sie oben festgestellt wurden, für die praktischen Zwecke ganz verschwinden. Wenn wir je etwas zu kleine Massen erhalten, so ist dieser Umstand für Einrichtungszwecke günstiger, als wenn die Massen zu gross ausfallen. Uebrigens steht uns eine Kontrolle für die Richtigkeit der Massenermittlung stets zur Seite, wenn wir das im folgenden Absatz (Ziffer 2) zu behandelnde Rechnungsverfahren anwenden.

2) Die Formhöhe des Mittelstamms als Massenkomponent.

Als 2. Erfordernis für den Schaftmassenmittelstamm wurde oben aufgestellt, dass die Formhöhe desselben, multipliziert mit der Kreisflächensumme des Bestandes, wiederum die Schaftmasse des letzteren geben müsse.

Wie verhält sich dies bei unseren Versuchsbeständen?

Um hierauf antworten zu können, habe ich für sämtliche Bestände und deren Aufnahmen die Formhöhe (hf) des Mittelstammes (m) aus dem Quotienten $\frac{m}{k}$ berechnet und mit der erhaltenen Grösse die Kreisflächensumme des Bestandes multipliziert. Das Produkt giebt die Schaftmasse des Bestandes (M = hf . K). Die so berechneten Schaftmassen habe ich in nachfolgender Tabelle den Massen gegenübergestellt, welche mit Hilfe der Massenkurve ermittelt worden sind, auch habe ich die Grösse der Abweichung der Formhöhenmassen von den als richtig angenommenen Massen des Kurvenverfahrens festgestellt. Ferner enthält die Tabelle die analogen Berechnungen für den künftigen Haubarkeitsbestand, den ich »Oberbestand« genannt habe. (S. Tab. S. 106—109.)

Wie ersichtlich, sind in der Tabelle die Bestände nach Holzart, Bonität und 2 Altersklassen gegliedert; es lässt sich aber hieraus noch kein rechter Ueberblick über Zahl, Richtung und Mass der Abweichungen der Formhöhenmassen von den Kurvenmassen gewinnen. Einen solchen bekommen wir aus folgender Zusammenstellung:

Das Formhöhen-Verfahren (M = hf . K) ergab

für Bestände von	eine Abweichung von	in Fällen	mit Beträgen von Prozenten der Kurvenmasse von 0,1–1,0	1,1–3,0	3,1–5,0	über 5	
			in folgender Zahl von Fällen				
Fichte	+	7	5	2	—	—	in 1 Fall Gleichheit
	—	24	5	14	4	1	
			10	16	4	1	
Tanne	+	3	—	3	—	—	
	—	11	1	5	2	3	
			1	8	2	3	
Buche	+	3	2	—	—	1	
	—	12	3	3	5	1	
			5	3	5	2	

Aus der Uebersicht geht hervor:

a) Ohne Unterschied der Holzart ergiebt das Formhöhenverfahren in rund $^{3}/_{4}$ der Fälle ein Weniger an Masse, erweist sich also die Formhöhe des Mittelstammes als zu klein.

b) Der Betrag der Abweichungen ist nach den Holzarten verschieden. Bei Fichte haben wir in etwa $^{4}/_{5}$ der Fälle unter 3,1 % Abweichung, bei Tanne in etwa $^{2}/_{3}$ der Fälle dieselbe Abweichung, bei Buche in etwas über der Hälfte der Fälle. In dieser Beziehung verhalten sich Fichte, Tanne und Buche ungefähr wie 5 : 4 : 3.

Von wesentlicher Bedeutung muss es nun sein, die Faktoren kennen zu lernen, welche die Höhe der Massendifferenzen bei beiden Berechnungsarten bedingen oder beeinflussen. Darüber giebt uns die Tabelle keinen Aufschluss, wenigstens nicht ohne weiteres. Für vergleichende Untersuchung in dieser Hinsicht eignet sich die Brusthöhenstärke vom Bestandsmittelstamm. In dieser kommen verschiedene Elemente zum Ausdruck: Alter, Standort, Behandlungsweise, besonders die Art des Durchforstungsbetriebs. Ich habe daher eine weitere Tabelle gefertigt, in welcher die Versuchsbestände nach Stärkestufen der Mittelstämme geordnet sind und für jeden der Bestände die Grösse der Abweichung der Formhöhenmasse von der Masse des Kurvenverfahrens in Prozenten der letzteren angegeben ist. (S. Tab. S. 110—111.)

Die Schaftmassen des Bestandes nach dem Massenkurven- und Formhöhen-Verfahren.

Revier	Waldteil	Alter Jahre	Schaftmasse des Bestandes in Fm						Schaftmasse des Oberbestandes in Fm					
			Massen-kurven-Verfahren	Form-höhen-Verfahren	das Formhöhen-Verfahren ergiebt				Massen-kurven-Verfahren	Form-höhen-Verfahren	das Formhöhen-Verfahren ergiebt			
					mehr		weniger				mehr		weniger	
					absolut	in Proz.	absolut	in Proz.			absolut	in Proz.	absolut	in Proz.
A. Die Fichte.														
I. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre.														
Heiligkreuz-thal	Kiesbuckel	30	75,8	75,0	—	—	0,8	1,1	27,3	27,3	—	—	—	—
		37	116,4	116,4	—	—	—	—	44,4	44,4	—	—	—	—
Weingarten	Postwies Fl. A	33	161,1	155,0	—	—	6,1	3,8	66,3	—	—	—	—	—
		40	240,9	236,8	—	—	4,1	1,7	114,3	—	—	—	—	—
		45	304,3	298,5	—	—	5,8	1,9	—	—	—	—	—	—
»	Postwies Fl. B	33	174,3	173,0	—	—	1,3	0,7	75,7	75,1	—	—	0,6	0,8
		40	259,8	261,5	1,7	0,6	—	—	122,6	122,9	0,3	0,2	—	—
		45	330,4	323,4	—	—	7,0	2,1	381,1	381,9	0,8	0,2	—	—
»	Postwies Fl. C	34	183,5	182,7	—	—	0,8	0,4	83,8	83,3	—	—	0,5	0,6
		41	292,6	289,3	—	—	3,3	1,1	148,7	151,5	2,8	1,9	—	—
		46	351,9	359,3	7,4	2,1	—	—	203,8	210,3	6,5	3,2	—	—
Heiligkreuz-thal	Grünriedle Fl. 1 B	35	87,3	86,9	—	—	0,4	0,5	34,5	34,5	—	—	—	—
		42	117,3	115,8	—	—	1,5	1,3	53,4	54,2	0,8	1,5	—	—
»	Grünriedle Fl. 2 C	35	74,4	72,3	—	—	2,1	2,8	31,9	28,8	—	—	3,1	9,3
		42	112,0	114,7	2,7	2,4	—	—	49,7	50,1	0,4	0,8	—	—
Sulzbach	Forst Fl. 1 B	44	126,7	124,7	—	—	2,0	1,6	60,3	59,8	—	—	0,5	0,8
		51	151,2	148,3	—	—	2,9	1,9	83,3	82,8	—	—	0,5	0,6
»	Forst Fl. 2 C	44	122,2	121,5	—	—	0,7	0,6	68,5	68,8	0,3	0,4	—	—
		51	165,7	162,3	—	—	3,4	2,0	98,8	100,2	1,4	1,4	—	—

Sulzbach	Forst Fl. 3 D	44	105,5	106,1	0,6	0,6	—	—	58,6	58,8	0,2	0,3	—	—
		51	144,6	145,5	0,9	0,6	—	—	88,6	88,7	0,1	0,1	—	—
II. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre														
Schrezheim	Schinderwies Fl. 1 B	30	29,3	28,6	—	—	0,7	2,4	9,2	9,2	—	—	—	—
		35	51,5	49,6	—	—	1,9	3,7	16,3	17,4	1,1	6,7	—	—
		43	76,3	73,4	—	—	2,9	3,8	27,7	27,7	—	—	—	—
»	Schinderwies Fl. 2 C	30	24,9	25,0	0,1	0,4	—	—	7,5	7,3	—	—	0,2	2,7
		35	44,1	42,3	—	—	1,8	4,1	14,0	12,4	—	—	1,6	11,4
		43	65,3	61,6	—	—	3,7	5,7	22,2	24,2	2,0	9,0	—	—
Altersklasse 61/90 Jahre														
Baindt	Kohlstättle C-Fläche	53	92,1	92,3	0,2	0,2	—	—	51,7	50,9	—	—	0,8	1,5
		60	133,3	131,1	—	—	2,2	1,6	84,1	84,4	0,3	0,4	—	—
		67	146,4	143,0	—	—	3,4	2,3	101,0	101,2	0,2	0,2	—	—
Krailsheim	Hellenbühl	70	113,7	112,3	—	—	1,4	1,2	74,8	74,9	0,1	0,1	—	—
		81	127,2	126,4	—	—	0,8	0,6	88,6	87,6	—	—	1,0	1,1
B. Die Tanne.														
I. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre														
Herrenalb	Langjörgenteich	53	90,4	85,2	—	—	5,2	5,7	59,7	57,3	—	—	2,4	4,0
		62	122,8	119,3	—	—	3,5	2,8	92,2	91,7	—	—	0,5	0,5
II. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre														
Schwann	Bildstöckle	36	36,8	33,8	—	—	3,0	8,2	17,6	17,8	0,2	1,1	—	—
		45	64,7	60,4	—	—	4,3	6,6	36,9	36,1	—	—	0,8	2,2
Schönmünzach	Stossgrund	54	61,4	62,3	0,9	1,5	—	—	40,9	40,9	—	—	—	—
		61	85,2	81,7	—	—	3,5	4,1	57,4	57,8	0,4	0,7	—	—

Revier	Waldteil	Alter Jahre	Schaftmasse des Bestandes in Fm						Schaftmasse des Oberbestandes in Fm					
			Massen-kurven-Verfahren	Form-höhen-Verfahren	das Formhöhen-Verfahren ergiebt				Massen-kurven-Verfahren	Form-höhen-Ver-fahren	das Formhöhen-Verfahren ergiebt			
					mehr		weniger				mehr		weniger	
					absolut	in Proz.	absolut	in Proz.			absolut	in Proz.	absolut	in Proz.
Altersklasse 61/90 Jahre														
Langenbrand	Erzwasch Fl. 1	72	127,8	126,5	—	—	1,3	1,0	96,1	95,8	—	—	0,3	0,3
		81	163,8	160,0	—	—	3,8	2,3	130,1	129,7	—	—	0,4	0,3
III. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre														
Aalen	Jägersteig	44	48,7	47,7	—	—	1,0	2,0	21,0	21,1	0,1	0,5	—	—
		52	73,3	74,0	0,7	1,0	—	—	38,5	38,8	0,3	0,8	—	—
Altersklasse 61/90 Jahre														
Langenbrand	Hummel-rain	60	67,7	65,5	—	—	2,2	3,2	33,5	33,0	—	—	0,5	1,5
		68	74,2	72,7	—	—	1,5	2,0	43,9	43,8	—	—	0,1	0,2
Altersklasse 91/120 Jahre														
Balingen	Bronnhaupter Hardt 1.	88	126,8	125,2	—	—	1,6	1,3	75,0	76,0	1,0	1,3	—	—
		96	143,5	146,4	2,9	2,0	—	—	90,1	89,1	—	—	1,0	1,1

C. Die Buche.

II. Bonität.														
Altersklasse 61/90 Jahre														
Pfronstetten	Kohlwald Fl. 1 B	65	127,0	121,5	—	—	5,5	4,3	84,8	82,4	—	—	2,4	2,8
		81	193,1	192,2	—	—	0,9	0,5	155,5	157,2	1,7	1,1	—	—
»	Kohlwald Fl. 2 C	62	110,3	108,2	—	—	2,1	2,0	78,8	77,0	—	—	1,8	2,3
		70	146,8	141,0	—	—	5,8	3,9	108,6	113,8	5,2	4,8	—	—
		78	180,8	182,1	1,3	0,7	—	—	151,3	149,9	—	—	1,4	0,9
III. Bonität.														
Altersklasse 31/60 Jahre														
Mochenthal	Petershau Fl. 2 B	45	38,0	33,7	—	—	4,3	11,3	16,6	17,3	0,7	4,2	—	—
		54	66,1	65,9	—	—	0,2	0,3	31,9	31,2	—	—	0,7	2,2
»	Petershau Fl. 3 C	45	43,2	41,6	—	—	1,6	3,7	20,1	19,8	—	—	0,3	1,5
		54	64,6	63,8	—	—	0,8	1,2	36,0	35,3	—	—	0,7	1,9
Pflummern	Frauenholz Fl. 1 A	57	21,8	22,0	0,2	0,9	—	—	8,0	8,2	0,2	2,5	—	—
		66	26,8	25,5	—	—	1,3	4,9	11,7	11,9	0,2	1,7	—	—
»	Frauenholz Fl. 2 B	54	34,0	32,8	—	—	1,2	3,5	13,7	13,7	—	—	—	—
		63	35,4	35,1	—	—	0,3	0,8	19,2	18,9	—	—	0,3	1,6
»	Frauenholz Fl. 3 C	58	30,1	29,7	—	—	0,4	1,3	15,4	15,5	0,1	0,6	—	—
		67	37,4	39,9	2,5	6,7	—	—	22,3	22,7	0,4	1,8	—	—

Revier	Bestand	Aufnahme No.	Beim Brusthöhen-Durchmesser des Bestandsmittelstamms von Centimetern: 6,1—8		8,1—10		10,1—12		12,1—14		14,1—16		16,1—18		18,1—20		20,1—22		22,1—24		26,1—28	
			ergiebt das Formhöhen-Verfahren an Schaftmasse in Prozenten																			
			+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−	+	−
A. Die Fichte.																						
Schrezheim	Schinderwies B	I	—	—	—	2,4																
»	» C	I	—	—	0,4	—																
»	» B	II	—	—	—	—	—	3,7														
»	» C	II	—	—	—	—	—	4,1														
»	» C	III	—	—	—	—	—	5,7														
Heiligkreuzthal	Kiesbuckel	I	—	—	—	—	—	—	—	1,1												
Weingarten	Postwies A	I	—	—	—	—	—	—	—	3,8												
Heiligkreuzthal	Grünriedle B	I	—	—	—	—	—	—	—	0,5												
»	» C	I	—	—	—	—	—	—	—	2,8												
Schrezheim	Schinderwies B	III	—	—	—	—	—	—	—	3,8												
Heiligkreuzthal	Kiesbuckel	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—										
Weingarten	Postwies A	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7										
»	» B	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7										
»	» C	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,4										
Heiligkreuzthal	Grünriedle B	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3										
»	» C	II	—	—	—	—	—	—	—	—	2,4	—										
Weingarten	Postwies B	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	—								
Sulzbach	Forst B	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6								
Baindt	Kohlstättle	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,2	—								
Weingarten	Postwies A	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9						
»	» B	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1						
»	» C	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,1						
Sulzbach	Forst B	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9						
»	» C	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6						
»	» D	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	—						
Krailsheim	Hellenbühl	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2						
Weingarten	Postwies C	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,1	—				
Sulzbach	Forst C	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0				

Sulzbach	Forst D	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6	—				
Weingarten	Kohlstättle	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6				
»	»	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3		
Krailsheim	Hellenbühl	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,6		
B. Die Tanne.																						
Schwann	Bildstöckle	I	—	—	—	—	—	8,2														
Aalen	Jägersteig	I	—	—	—	—	—	2,0														
»	»	II	—	—	—	—	—	—	1,0	—												
Schwann	Bildstöckle	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6,6										
Schönmünzach	Stossgrund	I	—	—	—	—	—	—	—	—	1,5	—										
Langenbrand	Hummelrain	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,2										
Herrenalb	Langjörgenteich	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,7								
Schönmünzach	Stossgrund	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,1								
Langenbrand	Hummelrain	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0								
Herrenalb	Langjörgenteich	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,8				
Balingen	Bronnhaupter Hardt	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,3				
Langenbrand	Erzwasch	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0		
Balingen	Bronnhaupter Hardt	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0	—		
Langenbrand	Erzwasch	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,3
C. Die Buche.																						
Mochenthal	Petershau B	I	—	11,3																		
»	» B	II	—	—	—	0,3																
»	» C	I	—	—	—	3,7																
Pflummern	Frauenholz A	I	—	—	0,9	—																
»	» B	I	—	—	—	3,5																
Mochenthal	Petershau C	II	—	—	—	—	—	1,2														
Pflummern	Frauenholz A	II	—	—	—	—	—	4,9														
»	» B	II	—	—	—	—	—	0,8														
»	» C	I	—	—	—	—	—	1,3														
»	» C	II	—	—	—	—	—	—	6,7	—												
Pfronstetten	Kohlwald B	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,3								
»	» C	I	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,0								
»	» C	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,9						
»	» B	II	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5				
»	» C	III	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,7	—				

Vorstehende Tabelle belehrt uns:

a) Bezüglich der Fichte: Massendifferenzen, welche den Prozentsatz von 2,4 übersteigen, treten nur in schwachen Beständen — von unter 14 cm Durchmesser des Mittelstamms — auf, sei es nun, dass die geringe Stärke in jugendlichem Alter (auf gutem Standort) oder in schlechtem Standort (bei höherem Alter) begründet ist. Der genannte Prozentsatz, können wir sagen, kommt auf I. Bonität in unter 35 Jahre alten Beständen, auf II. Bonität in unter 50jährigen Beständen vor. Ist die Mittelstammstärke von über 14 cm überschritten, so ergeben sich grössere Abweichungen als 2,1 % nur in Ausnahmefällen. In den in Betracht kommenden 22 Beständen haben wir folgende Ergebnisse:

bei Mittelstammstärken von cm	ergeben sich Abweichungen von Prozenten			
	0,0	0,1—1,0	1,1—2,0	2,1—2,4
	in folgender Zahl von Fällen			
14,1—16	1	2	2	1
16,1—18	—	2	1	—
18,1—20	—	2	4	1
20,1—22	—	1	2	1
22,1—24	—	1	—	1
	1	8	9	4
		17		

Diese Ergebnisse können als sehr günstige angesehen werden, wenn man bedenkt, dass die Grenzen, innerhalb deren unsere sonstigen Massenermittlungsverfahren arbeiten, nach Schwappach[1]) zwischen $\pm$ 2% der thatsächlichen Masse liegen, als welche im vorliegenden Fall allerdings die durch das Massenkurvenverfahren erhaltene unterstellt wird. Zu bemerken ist übrigens, dass stärkere Baumhölzer unter unseren Versuchsbeständen schwach vertreten sind, das Untersuchungsmaterial in dieser Richtung noch zu vermehren wäre, aber die Erfahrungen in Bestand No. 7 (Hellenbühl, Rev. Krailsheim) in 70- und 81jähr. Alter, in Bestand No. 6 (Kohlstättle, Rev. Baindt) im 67jähr. Alter lassen vermuten,

1) Schwappach, Leitfaden der Holzmesskunde. Berlin 1889. S. 87.

dass mit Zunahme des Alters bezw. der Stärke der Bestände die Verhältnisse nicht ungünstiger werden.

Ich glaube berechtigt zu sein, für Fichte das 2. Erfordernis des Mittelstamms (hf. K = M) als erfüllt anzusehen.

b) Bei Tanne gestaltet sich das Verhältnis insofern ungünstiger, als das Mass der Abweichungen in einigen Fällen grösser ist als bei Fichte, aber es scheint sich auch hier zu bestätigen, dass in den schwächeren Beständen die Abweichungen am grössten sind, mit Zunahme der Stärke des Mittelstamms abnehmen. Dieses Abnehmen, das Sinken unter einen gewissen Prozentsatz, als welchen ich hier 3 wähle, findet erst bei der Mittelstammstärke von über 18—20 cm statt; es tritt hier ein Hinausrücken des Zeitpunktes ein, in welchem das Formhöhenverfahren annähernd die günstigen Werte der Fichte liefert. Diese Erscheinung hängt wohl mit zweierlei zusammen: einmal mit der natürlichen Verjüngung, bei welcher der Bestand lang schwach erhalten wird, wie z. B. bei vielen Schwarzwaldbeständen, die bei langer Verjüngungszeit den eigentlichen Schluss wesentlich später als bei Fichte erreichen, sodann mit spätem Beginn und früher sehr mässigem Betrieb der Durchforstungen.

In rasch verjüngten Beständen, die rechtzeitig standortsgemäss durchforstet werden und normaler erwachsen als die Mehrzahl unserer Versuchsbestände, wird die Massenberechnung aus Kreisflächensumme des Bestandes und Formhöhe des Mittelstammes wesentlich besser ausfallen.

Darauf, dass mit zunehmender Stärke des Bestandes der Mittelstamm als Massenkomponent sich immer mehr ausprägt, lässt auch die Thatsache schliessen, dass unser Rechnungsverfahren, angewandt auf die Masse der 600 stärksten Stämme pro ha (vgl. die Tabellen S. 106—109) ganz gute Werte liefert. Der Prozentsatz der Abweichung bewegt sich in 11 Fällen von 13 unter 2 % der Masse, während in den 2 übrigen Fällen 2,4 und 4 % erreicht wird.

Wir werden nicht fehlgehen, wenn wir auch für Tanne, zu-

mal für regelmässige Bestände derselben, das 2. Erfordernis eines brauchbaren Mittelstamms als annähernd erfüllt, jedenfalls als für später erfüllbar erachten.

c) Bei Buche sind leider wenig stärkere Bestände untersucht worden, doch lässt sich auch hier wahrnehmen, dass die grösseren Abweichungen mehr in schwachen Beständen vorkommen, dieselben mit Zunahme der Stärke abnehmen. Das höhere Mass der Abweichungen im Vergleich zu Fichte dürfte auf dieselben Ursachen zurückzuführen sein wie bei Tanne: die langsame natürliche Verjüngung und früher mangelhafte Durchforstung. Die Abweichungen sind aber nicht derart, dass wir dem Formhöhenverfahren die Brauchbarkeit bestreiten könnten (bei 15 Aufnahmen sind 8 mit unter 2,1 % Abweichung), besonders wenn wir in Betracht ziehen, dass in der Gruppe des künftigen Haubarkeitsbestandes das Verfahren Besseres leistet.

Fassen wir die für Fichte, Tanne und Buche erhaltenen Ergebnisse zusammen, so lässt sich der Satz aufstellen, dass das 2. Erfordernis des wahren Mittelstamms, die Formhöhe des letzteren, multipliziert mit der Kreisflächensumme des Bestandes, habe dessen Schaftmasse, befreit vom Durchforstungsmaterial, zu geben, meist annähernd erfüllt werde.

In den Untersuchungen unter Ziffer 1 und 2 dieses Kapitels dürfte der Nachweis erbracht sein, dass der Schaftmassen-Mittelstamm den für den wahren Mittelstamm eines Bestandes aufgestellten Bedingungen in den meisten Fällen zu genügen vermag, dass m . Z = hf . K ist. Diese Thatsache begründet die Forderung, dass wir unter Mittelstamm künftig nur den Schaftmassenmittelstamm, der zugleich Stärkenmittelstamm ist, verstehen. Wir kommen zu folgender Definition des Mittelstamms:

Der Bestandsmittelstamm ist der Stamm mittlerer Schaftmasse, welcher zugleich als Stärkemittelstamm angenommen werden kann.

Steht der Begriff des Mittelstamms als Massenmittelstamm fest, so lassen sich die in Kap. 1 dieses Abschnitts erörterten Begriffe der mittleren Bestandeshöhe und der Bestandesformzahl in einfacher Weise bestimmen.

Unter mittlerer Bestandeshöhe wäre die Höhe des Schaftmassen-Mittelstamms, unter Bestandesformzahl die Formzahl jenes Stammes zu verstehen.

Höhe und Formzahl des Bestandes würden wir erhalten, wenn wir 3—5 Stärkenmittelstämme fällten, an diesen jene Faktoren erheben und das arithmetische Mittel aus den Einzelwerten berechnen würden. Für vergleichende Untersuchungen empfiehlt sich auch die Berechnung der mittleren Formhöhe.

Wollten Mittelstämme nicht gefällt werden, so wären solche im Bestand aufzusuchen und im Stehenden zu messen, sei es nun, dass die Höhe der Stämme gemessen und der Festgehalt derselben einer lokalen Massentafel entnommen oder dass versucht wird, die Formzahl aus dem Verhältnis des Mittendurchmessers zum Brusthöhendurchmesser zu bestimmen. Das zur Feststellung dieses Verhältnisses erforderliche Instrument wird nicht mehr zu lang auf sich warten lassen.

Es könnte noch gefragt werden, wie sich die mittlere Bestandeshöhe neuer Definition zu derjenigen der übrigen Berechnungsmethoden verhält. Vergleichungen haben ergeben, dass die Höhe des Massenmittelstamms derjenigen, welche als sog. Massenhöhe aus den Probestämmen berechnet wurde, am nächsten kommt.

Zum Schluss noch die Bemerkung, dass Schaftmassenmittelstämme für jede beliebige Stammzahlgruppe ermittelt werden können, dass ich solche insbesonders für die Gruppe der künftigen Haubarkeitsstämme berechnet habe. Diese Gruppe führte ich in der Tabelle S. 106 ff. als »Oberbestand« ein, dessen Mittelstamm ich schon oben als »Obermittelstamm« bezeichnet habe. Diese Benennungen sind nach Analogie der »Oberhöhe« gebildet, welche Weise in seiner Kiefernertragstafel für die Höhe der

stärksten Stammklasse (bei 5 Klassen gleicher Stammzahl) gebraucht hat.

Die Berechnung des Obermittelstamms ergiebt sich aus dem Quotienten:

$$m = \frac{\text{Masse der n stärksten Stämme}}{n}$$

und die Dimensionen desselben werden im Fall der Anwendung des Massenkurvenverfahrens aus der Massen- und Höhenkurve genommen. — Der Obermittelstamm lässt sich ohne Zweifel auch als Stärkenmittelstamm wählen; wenigstens haben Berechnungen, die im Anschluss an diejenigen in der Tabelle auf S. 99 ff. angestellt wurden, geringe Differenzen zwischen Massen- und Stärkenmittelstamm gezeigt. Die Bedeutung des Obermittelstamms für vergleichende Untersuchungen wird im II. Teil der Schrift vielfach hervortreten.
